



J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Fachbereich 09/Musikpädagogik

**Abschlussarbeit
zur Erlangung der Magistra Artium**

Amusie im Alltag

1. Gutachter: PD Dr. Gunter Kreutz
2. Gutachter: Dr. Ulrich Mazurowicz

vorgelegt von Vera Göhring
aus Hofheim am Taunus

Einreichungsdatum: 15. Dezember 2005



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	Seite 3
2. Was ist Amusie?	Seite 6
3. Musikverarbeitung im Gehirn	Seite 10
3.1 Der Weg des Tons vom Ohr zum Gehirn	Seite 11
3.2 Tonhöhenwahrnehmung	Seite 14
3.3 Aktivierte Hirnregionen bei Musik	Seite 14
4. Musikwahrnehmung	Seite 17
4.1 Tonhöhen- und Melodieverarbeitung in der Entwicklung	Seite 19
5. Beeinflussbare Reaktionen des Gehirns auf Tonhöhen	Seite 23
5.1 Welche Informationen werden durch Tonhöhe vermittelt?	Seite 25
6. Der Stand der Forschung	Seite 26
6.1 Kongenitale Amusie	Seite 27
6.2 Pathologisch bedingte Amusie	Seite 28
7. Studie „Erkennen Sie die Melodie?“	Seite 31
7.1 Beschreibung der Testpersonen	Seite 31
7.2 Durchführung der Studie	Seite 32
7.2.1 Durchführung Beispiel 1	Seite 38
7.2.2 Durchführung Beispiel 2	Seite 39
7.2.3 Durchführung Beispiel 3	Seite 41
7.2.4 Durchführung Beispiel 4	Seite 43
7.3 Ergebnisse der Studie	Seite 44
7.3.1 Ergebnisse Beispiel 1	Seite 45
7.3.2 Ergebnisse Beispiel 2	Seite 49
7.3.3 Ergebnisse Beispiel 3	Seite 51
7.3.4 Ergebnisse Beispiel 4	Seite 52
7.3.5 Amusische Probanden	Seite 58



7.4 Diskussion der Ergebnisse	Seite 60
7.4.1 Diskussion Beispiel 1	Seite 61
7.4.2 Diskussion Beispiel 2	Seite 62
7.4.3 Diskussion Beispiel 3	Seite 63
7.4.4 Diskussion Beispiel 4	Seite 65
7.4.5 Diskussion Amusische Probanden	Seite 68
8. Resumée	Seite 69
Literaturverzeichnis	Seite 70



1. Einleitung

Jeder Mensch ist in einem gewissen Grade musikalisch und in der Lage, Musik in irgendeiner Form wahrzunehmen und sich dazu zu bewegen. Noch ehe Säuglinge Sprache wirklich verarbeiten können, zeigen sie ausgeprägte Reaktionen auf Musik. Vielleicht wird deswegen in allen Kulturen mit ihnen oft im Singen gesprochen. Trotz der Unterschiede in den Musikformen der Welt, sind Kinderlieder oft ähnlich gestaltet. Seit einigen zehntausend Jahren wurde in jeder Kultur eine bestimmte Tonkunst und Klangtradition gepflegt (Weinberger, 2005). In der Mehrzahl greifen menschliche Kulturen in ihrer Musik auf Intervalle zurück, die schon von Babys bevorzugt werden. Ähnlich verhält es sich beim Rhythmus, der mit 120 bpm in vielen Kulturen die größte Präferenz hat (Boschart und Tentrup, 2003). Die Musik ist womöglich von Anbeginn Teil der menschlichen Kultur, was auf eine biologische Grundlage für Musik hinweist. Das menschliche Gehirn scheint für Melodien, Rhythmen und Klänge konzipiert zu sein. Eine Reihe von Hirnregionen befasst sich mit deren Verarbeitung, wobei jede Region eine spezielle Aufgabe übernimmt (Weinberger, 2005). Oft begegnet man der Aussage, dass Musik eine universale Sprache sei und als solche universale Merkmale besitzt. Universale Merkmale werden nicht erlernt, sondern erscheinen spontan und sind beim Menschen latent von Geburt an schon vorhanden (Dissanayake, 2001). Dies impliziert, dass universale Prozesse unabhängig von Erfahrungen sind. Die Universalien der Musikwahrnehmung und -verarbeitung umschreiben aber vielmehr die Grenzen, innerhalb deren die Merkmale der Musik zwischen verschiedenen Kulturen variieren. Die Wahrnehmung diskreter Tonhöhen scheint hingegen universell zu sein. Diese kategoriale Tonhöhenwahrnehmung existiert in allen Kulturen. Trotz schlechter Intonation oder einer geräuschvollen Umgebung, ist es möglich, eine musikalische Botschaft zu verstehen (Dowling und Harwood, 1986).

Der Begriff der Musikalität ist nicht ganz eindeutig zu bestimmen. Auch Personen, die sich nicht regelmäßig mit Musik beschäftigen, verarbeiten musikalische Grundstrukturen und speichern diese im Gehirn ab (Kölsch, 2005). Man kann die Menschen nicht in zwei Klassen, in die der musikalischen und die der unmusikalischen, einteilen. Auch einen gewissen ‚Grad‘ der Musikalität zu be-



Amusie im Alltag

stimmen ist nicht möglich, da es unterschiedliche Formen der Musikalität gibt. Hierzu zählen z.B. die schöpferische Phantasie oder auch das musikalische Gedächtnis. Doch bedeutet dies wiederum auch nicht, dass derjenige, der nicht auswendig ein Musikstück reproduzieren oder komponieren kann, nicht in der Lage ist, ein Instrument hervorragend zu beherrschen. Das musikalische Gedächtnis beruht zum Teil auf den rhythmischen, zum Teil auf den tonalen Verhältnissen. Allerdings ist zum Wiedererkennen einer Melodie nicht relevant, in welcher Lage es wiedergegeben wird, also ob die Melodie eventuell um einige Töne höher oder tiefer transponiert wurde. Eine Veränderung der Lage wird von den meisten Menschen nicht erkannt. Dies ist auch für die Wiedererkennung einer Melodie nicht relevant. Entscheidend ist, dass die Verhältnisse der Intervalle bestehen bleiben (Kries, 1926). Auch beim Hören von Musik gibt es Unterschiede: das absolute Gehör und das relative Gehör. Das Gedächtnis für die absolute Tonhöhe, auch absolutes Gehör genannt, bedeutet, dass man einen gehörten Ton einer genauen Tonhöhe zuordnen kann. Dies besagt aber nicht zwingend, dass Menschen mit absolutem Gehör in der Lage sind einen gewünschten Ton durch Singen sauber wiederzugeben. Das absolute Gehör ist bei Menschen eher selten, in der Vogelwelt aber sehr verbreitet. Jedoch haben Vögel ein sehr schwaches relatives Gehör. Sie sind nicht in der Lage, Melodien, die nur um wenige Töne transponiert sind, als eichartig zu identifizieren, geschweige denn, sich ihnen anzupassen. Zu erkennen, ob zwei Töne von gleicher oder unterschiedlicher Höhe sind, ist in der Musik von prinzipieller Bedeutung (Boschart und Tentrup, 2003). Das relative Gehör ist in der Lage, diese Unterscheidungen zu erkennen, bzw. auch Feinheiten wahrzunehmen. Die großen individuellen Unterschiede des relativen Gehörs werden vor allem dann ersichtlich, wenn Töne aktiv durch Singen hervorgebracht werden sollen (Kries, 1926).

Es ist bekannt, dass eine gewisse Anzahl von Personen in der Bevölkerung Defizite in der musikalischen Wahrnehmung von Tonhöhen aufzeigt. Diese Defizite wurden bereits beschrieben (Allen, 1878; Geshwind, 1984), jedoch erst kürzlich von Ayotte *et al.* (2002) als ‚kongenitale (angeborene) Amusie‘ detailliert charakterisiert. Diese offenbart sich vor allem beim Erinnern, Wahrnehmen und Singen von Musik und beim Rhythmusgefühl. Außerdem scheint Amusie nicht



Amusie im Alltag

mit Sprachstörungen zusammenzuhängen. Die Sprachmelodie ist nicht beeinträchtigt und wird normal wahrgenommen (Geschwind, 1984). Man vermutet, dass circa 4% der Bevölkerung von kongenitaler Amusie betroffen sind (Kalmus und Fry, 1980). Andere Schätzungen gehen nur von etwa einem Promille der Bevölkerung aus (Mackensen, 2001). Personen, die von dieser Störung der musikalischen Wahrnehmung berichten, zeigen vor allem Probleme beim Hören unterschiedlicher Tonhöhen. Menschen mit bestimmten Formen krankhafter Amusie erleben ein musikalisches Ereignis nur Ton auf Ton, oder Akkord auf Akkord, ohne zur Kombinatorik fähig zu sein. Allerdings ist Amusie nicht aufgrund mangelnder musikalischer Ausbildung zu erklären (Allen, 1878; Geschwind, 1984; Peretz *et al.*, 2002).

Die Musikgeschichte berichtet häufig von amusischen Störungen und Defekten bei Musikern. Es ist aber ein Irrtum, dass diese Störungen bei musikalisch Begabten öfters auftreten als bei anderen. Sie sind nur augenscheinlicher, da sie beim Musiker mehr auffallen und beobachtet werden und dieser sich im schlimmsten Fall gezwungen sieht, seine Berufstätigkeit aufzugeben (Révész, 1972). Es stellt sich die Frage, wie man ohne musikalische Ausbildung und ohne aktiv zu musizieren, zu der Feststellung gelangen kann, von Amusie betroffen zu sein. Eine musikalische Ausbildung kann Amusie eventuell nicht entgegenwirken, hilft aber, diese aufzuspüren. Doch ohne die aktive Beschäftigung mit Musik, bleiben Störungen bei der Tonhöhenwahrnehmung höchstwahrscheinlich unerkannt.

Ziel der hier vorliegenden Arbeit ist es, die verschiedenen Ausprägungsformen von Amusie und die Tonhöhenwahrnehmung beim Menschen und dessen Verarbeitung im Gehirn zu erläutern. Zudem soll die Musikverarbeitung in der Entwicklung des Menschen von Geburt an dargelegt werden und ein Einblick in den aktuellen Forschungsstand gegeben werden. Außerdem werden die Methoden aufgezeigt, mit denen Amusie erforscht wird. Durch eine eigene Studie will ich darüber hinaus untersuchen, welche Fähigkeiten bei der Tonhöhenwahrnehmung in der Gesamtbevölkerung zu erwarten sind.



2. Was ist Amusie?

Liegt ein Begabungs- oder Funktionsausfall im Bereich der Musik vor, so wird dies als Amusie bezeichnet. Amusie (von grch. *àmousos*: unmusisch, von Musik nichts verstehend) ist die Unfähigkeit, trotz intakter Sinnesorgane, Tonfolgen zu erkennen und diese vokal oder instrumental wiederzugeben. Amusische Defizite treten bei ca. 70% der Schlaganfallpatienten auf und kommen somit häufiger als Aphasien (Erkrankung des Sprachzentrums) vor. Amusie umfasst eine Beeinträchtigung der Wahrnehmung, des Verstehens, des Erinnerns, des Reproduzierens, des Lesens oder des Spielens von Musik. Der bekannteste Fall von Amusie in der Musikgeschichte ist der Komponist Maurice Ravel (1875-1937). Mit 58 Jahren zerstörte eine Läsion in seinem Gehirn die linke Großhirnrinde an der Stelle, an der Schläfenlappen und Scheitellappen zusammentreffen. Ravel litt danach an Aphasie und Alexie (Notenlesestörung) und konnte außerdem keine Kompositionen mehr anfertigen, d.h. zu Papier bringen, obwohl er im Kopf weiterkomponierte (Frederiks, 1985). Die Oper Jeanne d'Arc, die er 1933 noch komponieren wollte, war in seinem Kopf eingesperrt, er konnte sie aber nie niederschreiben (Boschart und Tentrup, 2003). Er vermochte nur wenige Takte zu singen oder zu spielen, was aber nicht an einer eingeschränkten Motorik lag, denn Ravel konnte nach wie vor alle Tonleitern spielen. Auch war sein Gedächtnis intakt und er bemerkte weiterhin jeden Fehler, wenn ihm seine früheren Kompositionen vorgespielt wurden (Frederiks, 1985). Amusie kann also durchaus auch bei Musikern auftreten. Ein weiterer bekannter Fall von pathologisch bedingter Amusie ist Che Guevara. Beim Tanzen war er auf die Anweisungen seines Adjutanten angewiesen, der ihm signalisierte, ob er sich schnell oder langsam im Takt wiegen sollte (Boschart und Tentrup, 2003). Amusie ist aber nicht mit Dystonie zu vergleichen. Dystonie ist eine Blockade im Instrumentalspiel, die einen kompletten Spielausfall verursachen kann. Sie ist keine psychogene Erkrankung, sondern eine Störung im Basalganglien-Thalamokortikalen Regelsystems, also jenem Gehirnzentrum, das für Bewegungsabläufe verantwortlich ist. Dystonie kann bei Hirnstörungen auftreten, die z.B. durch Schlaganfälle, Tumore, Schädelverletzungen oder der Einnahme bestimmter Medikamente verursacht werden. Unter Dystonie haben bekannte Mu-



siker wie Glenn Gould, Leon Fleisher und Robert Schumann gelitten (v.Engel, 2002).

Der Begriff Amusie wird in dreierlei Verwendung gebraucht:

1. extreme Unbegabtheit, bzw. Unerschlossenheit
2. generelles Desinteresse für Musik
3. pathologische Schädigungen der Gehörfunktionen, wobei das Verständnis für musikalische Zusammenhänge oder auch die Wiedergabe von Musik gestört ist, meist aufgrund erworbener Hirnschädigungen, ohne, dass eine allgemeine Taubheit bestünde. Dazu gehören auf der rezeptiven (sensorischen) Seite Ton-, Melodie-, Gestalttaubheit, und auf der aktiven (motorischen) Seite musikalische Apraxie (durch zentrale Störungen bedingte Unfähigkeit, sinnvolle und zweckmäßige Bewegungen auszuführen) und Arhythmie (Wellek, 1963).

Révész (1944) erklärt Amusie ausschließlich mit pathologischen Schädigungen, sowohl erworbenen als auch angeborenen Schädigungen: „Amusisch ist jeder Mensch, der ein musikalisches Vermögen, das er einmal besessen, verloren hat, so dass er nicht mehr imstande ist, Töne, Tonverbindungen oder musikalische Formen richtig aufzufassen oder zu reproduzieren.“ Wie schon erwähnt, wird bei pathologischen Schädigungen zwischen sensorischer und motorischer Amusie unterschieden (Haike, 1914; Foerster, 1916; Feuchtwanger, 1930). Die sensorische Amusie betrifft den Ausfall der musikalischen Gestaltauffassung, was als Melodietaubheit bezeichnet wird. Es werden Einzelklänge und Geräusche richtig erfasst, jedoch wird eine einfache, sehr bekannte Melodie nicht erkannt, geschweige denn wiedergegeben (Urbantschitsch, 1927). Bei motorischer Amusie ist die Melodieerkennung und die Musikauffassung allgemein intakt, jedoch die Wiedergabe gestört. Der Patient ist nicht in der Lage eine Melodie nachzusingen oder –zuspielen. Die motorische Amusie kann man wiederum aufteilen, in die vokale (oder phonische) und instrumentale Amusie. Die instrumentale Amusie kann man auch als musikalische Apraxie bezeichnen. Auf das Singen bezogen, kann diese allerdings auch auf einem bloßen Defekt der Innervation der Kehlkopfmuskulatur beruhen. Die „Stimme fehlt“ sozusagen, und das aufgrund mangelnden Innervationsvermögens oder sonstigen physiologischen oder



Amusie im Alltag

auch anatomischen Störungen. So ist die Übertragung der Tonvorstellung auf den Stimmapparat stark beeinträchtigt oder gar unmöglich (Wellek, 1938). Nicht unmittelbar dazugehörig, aber doch erwähnenswert, ist die musikalische Alexie. Bei Alexie muss nicht zwingend zugleich eine Amusie im akustischen Sinne bestehen.

Wenn beim Menschen eine vollständige Taubheit besteht, ist diese entweder peripher (durch Schädigungen des Rezeptionsorgans oder des Nervus acusticus) oder zentral (durch Ausfall des primären Hörzentrums in der Gehirnrinde (sog. Rindentaubheit)) bedingt. Störungen der gestaltgebenden musikalischen Gehörfunktionen, bei sonst erhaltener Hörfähigkeit, sind stets zentral (durch Versagen des sekundären, übergeordneten Zentrums) zu erklären. Zu vergleichen ist diese Unterscheidung mit der Seelenblindheit oder auch Gestaltblindheit (optische Agnosie). Diese stellt nicht wie die Rindenblindheit oder die peripher bedingte Blindheit einen vollständigen Verlust des Sehvermögens dar. Die optische Agnosie, sowie die Amusie sind bloße Störungen der (optischen/musischen) Gestaltauffassung, das heißt (Sinn-) Zusammenhänge werden nicht erkannt.

Bei der Ton- oder Melodientaubheit ist also die Auffassung musikalischer Gestalten gestört. Dies beinhaltet sowohl simultane als auch sukzessive Gestalten, das heißt Harmonien und Melodien werden mangelhaft verarbeitet. Weniger schwere Fälle der Gehörminderung können sich auch auf eine mehr oder weniger große Desensibilität gegenüber Tonhöhenunterschieden beziehen. Eine ungenaue Wahrnehmung der Tonhöhenunterschiede muss aber nicht zwingend mit mangelnder Musikliebe oder –verständnis zusammenhängen. Dies macht es so schwierig, die pathologischen Formen von Amusie zu untersuchen oder zu beobachten, da den meisten Patienten die Störung als unerheblich erscheint und ihnen so auch kaum auffällt.

Révész (1972) teilt amusische Menschen in zwei voneinander vollkommen unabhängige Klassen ein: die dispositionell unmusikalischen Menschen und die neurotisch unmusikalischen. Musikalisch ungebildete Menschen zeichnen sich dadurch aus, dass sie imstande sind, rhythmische, melodische und harmonische Verhältnisse zu begreifen. Allerdings haben diese Menschen kein Verständnis für die Architektonik des musikalischen Satzes und seinen ästhetischen Gehalt.



Amusie im Alltag

Bis zu einem gewissen Grade sind diese Personen in musikalischer Beziehung entwicklungsfähig, was dispositionell und neurotisch unmusikalische Menschen nicht sind.

Die dispositionell unmusikalischen Menschen sind keine geschlossene Gruppe, sondern zeigen individuelle Unterschiede. Z.B. erweckt bei manchen dispositionell unmusikalischen Menschen Musik eine gefühlsmäßige Wirkung, jedoch sind ihre akustisch-musikalischen Fähigkeiten beschränkt. Andere dispositionell unmusikalische Personen können zum Teil nicht zwischen Konsonanzen und Dissonanzen unterscheiden. Für sie besteht keine Tonalität und auch die Erinnerung an Musikstücke ist sehr ungenau. Eine weitere Gruppe bilden die Menschen, die überhaupt keine Beziehung zur Musik haben. Für sie ist der Zusammenhang zwischen Klangeindrücken und Stimmung nicht erkennbar. Musik wird von ihnen eher als störend empfunden, was nicht auf pathologische Gründe zurückzuführen sein muss. Menschen, die der Musik keine Bedeutung geben, können teilweise durchaus eine Empfindlichkeit für die Unterschiede zwischen Tonhöhe und Tonstärken verfügen, sogar rhythmische Motive richtig wiederholen. Ein niedriger Prozentsatz der dispositionell unmusikalischen Menschen ist Musik gegenüber vollkommen indifferent. Ihnen ist es nicht einmal möglich z.B. die Bewegungsrichtung bei sukzessiven Intervallschritten bestimmt angeben zu können.

Es gibt dagegen auch scheinbar unmusikalische Menschen, die nicht so unmusikalisch sind, wie sie zu sein scheinen oder sich geben. Es handelt sich hierbei um eine ‚triebmäßige Abneigung gegenüber der Musik‘. Solche Menschen entwickeln aus neurotischen Gründen einen Widerstand gegen jegliche musikalische Äußerungen. Sie äußern beim Hören oder Ausüben von Musik Ungeduld oder gar Feindseligkeit (Révész, 1972). Dies lässt sich in den meisten Fällen auf unlustbetonte Kindheitserinnerungen zurückführen, wie Erfolglosigkeit beim ersten Musikunterricht, Unterrichtszwang oder Minderwertigkeitsgefühl, das aus Organminderwertigkeit oder geistiger Inferiorität hervorgegangen ist. Auch können Erziehungsfehler, übertriebener Ehrgeiz oder Familientradition ein Grund sein (Bernfeld, 1915).



3. Musikverarbeitung im Gehirn

Der Mensch nimmt in einem bestimmten Frequenzbereich Musik wahr. Es können Frequenzen zwischen 20 Hz und 20 kHz verarbeitet werden. Der zumeist verwendete Frequenzbereich bei Musik liegt zwischen 40 Hz und 10 kHz. In dem Bereich zwischen 1000 und 5000 Hz ist unser Gehör am sensibelsten. In diesem Frequenzbereich befindet sich auch das Sprachverstehen (Biebel und Langner, 1997). Noch vor 1998 war unbekannt, dass die besondere Anlage der Frequenzkartierung im auditorischen Mittelhirn (colliculi inferiores) eine funktionelle Anpassung beinhaltet. Dies gilt für die Tonhöhenenerkennung bei komplexen Tönen. Die Ruflaute vieler Säugetierarten und die Vokale der menschlichen Sprache bestehen aus einer Serie von harmonischen Teiltönen (z.B. 900 Hz, 1200 Hz und 1500 Hz). Sie werden vom auditorischen Gehirn dieser Tiere zur Wahrnehmung einer einzigen Tonhöhe vereinigt. Diese spektrale Zusammenfassung erleichtert die Ortung und die Wiedererkennung von einzelnen Schallquellen in einer natürlichen, geräuschvollen Umwelt. Das auditorische Mittelhirn ist durch seine Anatomie gestapelter Neuronenschichten an diese Aufgabe angepasst. Jede Schicht verarbeitet Schallsignale einer bestimmten Bandbreite des akustischen Spektrums, und die Aufteilung in Bandbreiten ist optimal für die neuronale Kombination von harmonischen Teiltönen, die notwendig ist für die Tonhöhenenerkennung. Da das auditorische Mittelhirn ausgelegt ist für die Verarbeitung von primären harmonischen Teiltönen in Ruflauten, ist es ebenfalls ausgelegt für die Verarbeitung harmonischer Spektralkomponenten in Musik. Der Mechanismus, der die Tonhöhenenerkennung in der Sprache leistet, verrichtet die gleiche Aufgabe in der Musik. Unser Gehirn bevorzugt harmonische Töne und harmonische Tonkombinationen, weil es aus diesen mehr Information entnehmen kann (Braun, 1999).

Die Musikwahrnehmung im menschlichen Gehirn ist sehr komplex. Bevor der Ton im Gehirn wahrgenommen wird, durchläuft er verschiedene ‚Stationen‘ im Ohr. Beim Musikhören wird zuerst die aufsteigende Hörbahn der Cochlea bis zur primären Hörrinde durchlaufen. Es gibt keine Region im Gehirn, in der exklusiv Töne als Musik wahrgenommen werden. Vielmehr sind Neuronen unterschiedlicher Gehirnregionen in die verschiedenen Aspekte der Musikwahrneh-



mung involviert. Es bleibt jedoch bislang ungeklärt, wie und wo beteiligte Nervenzellen koordiniert werden. Man vermutet, dass der auditorische Kortex diese Aufgabe übernimmt. Bisherige Studien haben gezeigt, dass ein jeweiliges Neuron nur auf ein paar spezielle Töne reagiert (Tramo *et al.*, 2002).

Im primären auditorischen Kortex reagieren Neuronen sowohl auf Sinustöne als auch auf komplexe akustische Reize. Die Verarbeitung rascher Zeitstrukturen erfolgt in der linken Hemisphäre, die Verarbeitung von Spektren und Klangfarben in der rechten Hirnhälfte. Auch die Verarbeitung unterschiedlicher Tonhöhen ist von mehreren Bereichen abhängig.

3.1 Der Weg des Tons vom Ohr zum Gehirn

Das Gehörorgan wird in das äußere, mittlere und innere Ohr eingeteilt (Abbildung 1). Das äußere Ohr setzt sich aus der Gehörmuschel und dem äußeren Gehörgang zusammen, der durch das Trommelfell vom Mittelohr abgetrennt ist. Dem äußeren Ohr kommt für das Hören kaum eine Bedeutung zu. Selbst bei Einführung eines Hörrohrs in den Gehörgang, oder bei verklebter Muschel, fand man keine erhebliche Verringerung der Hörschärfe. Das mittlere Ohr wird von der Paukenhöhle gebildet, die an vier Stellen mit Öffnungen versehen ist. Drei von diesen Öffnungen, nämlich das Trommelfell, das ovale und das runde Fenster, finden ihren Abschluss in einer zarten elastischen Haut. Die sogenannte Tube oder Ohrtrompete, die Mündung der Eustachischen Röhre, ist die vierte Öffnung und ist mit dem Rachen verbunden. Quer durch die Tube zieht sich die Kette der Gehörknöchelchen: Hammer, Amboss und Steigbügel, von denen der Hammer am Trommelfell anliegt. Die Schallübertragung erfolgt durch das Mittelohr. Das Trommelfell schwingt mit, überträgt die Bewegung auf die Knöchelchenkette (insbesondere auf den Steigbügel), die dann die Bewegung zum inneren Ohr weiterführt (Révész, 1972).

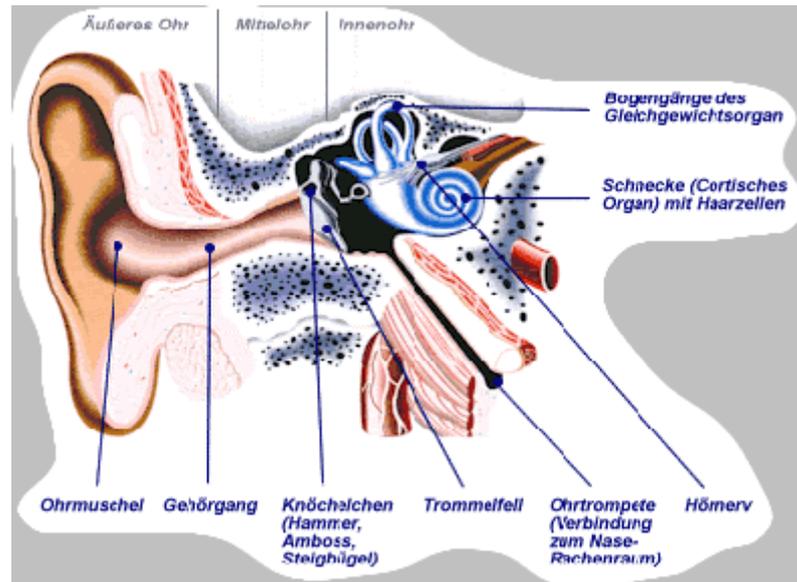


Abbildung 1: **Das menschliche Ohr**
(Quelle: www.bbcig.de/ohr.html, 12.11.2005)

Im Innenohr werden komplexe Töne und Klänge in ihre Frequenzen zerlegt (Weinberger, 2005). Die spektralen und temporalen Strukturen von akustischen Stimuli werden in der Cochlea, der knöchernen Schnecke, verarbeitet (Dallos, 1992). Die Schnecke besteht aus drei übereinander liegenden Kanälen, die in Schneckenform gebogen sind: die Paukentreppe, der Schneckengang und die Vorhoftreppe. Durch die Reissner- und Basilarmembran sind diese voneinander abgetrennt. Das eigentliche Hörorgan ist das Corti-Organ, das innerhalb des Schneckengangs liegt und von Reissner- und Basilarmembran umgeben ist (siehe Abbildung 2). Es enthält ungefähr 25.000 Sinneszellen, von denen jede etwa 100 Sinneshaare trägt.

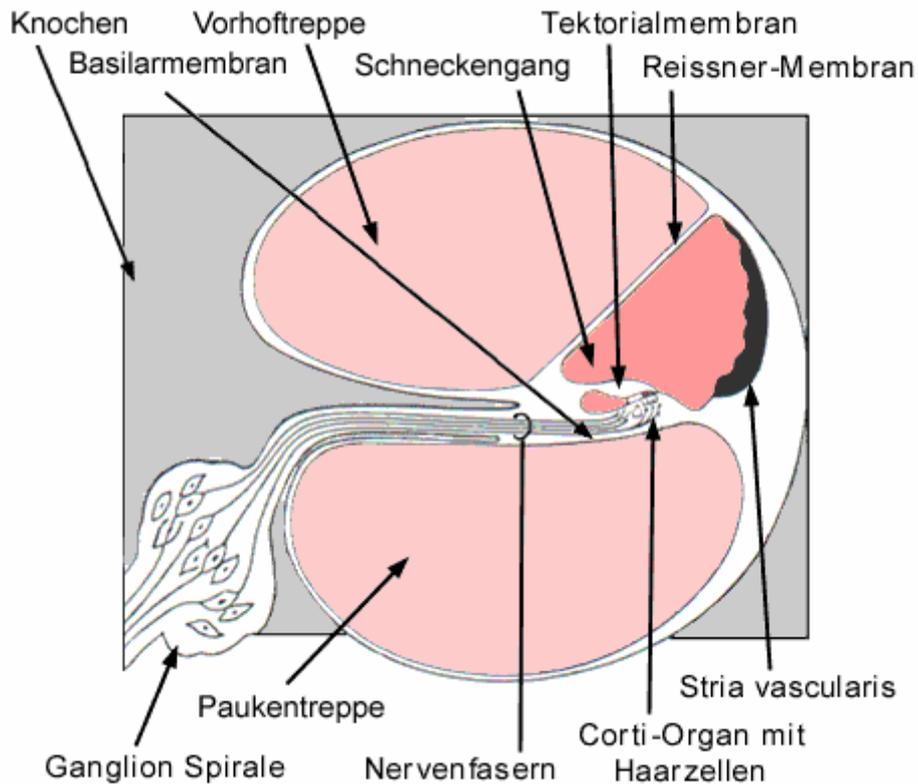


Abbildung 2: **Das Innenohr**
(Quelle: www.m-ww.de/krankheiten/hno/ohr_anatomie.html, 27.05.2004)

Schallwellen, die das Ohr erreichen, versetzen das Trommelfell in Schwingungen, die sich über die Gehörknochen auf das Innenohr übertragen. Dadurch entsteht eine Impedanzwandlung, bei der der Schall von einer großen Fläche (Trommelfell) auf eine kleine Fläche (Innenohr) geleitet wird. Aufgrund dessen wird so die Kraft der Hebelkonstruktion der Gehörknochen noch erhöht. Diese Verstärkerwirkung ist von der Tonhöhe abhängig. Die beste Verstärkung erfolgt zwischen 1.000 und 2.000 Hz, also im Bereich der menschlichen Sprache. Geschwindigkeit und Länge der Schallwellen nehmen auf ihrem Weg durch die Schnecke ab, dagegen wächst die Amplitude, so dass es zu einer Art „Brandung“ der Schallwelle kommt. Jede Schallfrequenz ist einer bestimmten Stelle des Schneckengangs zugeordnet. Dementsprechend werden nur bestimmte Sinneszellen in Abhängigkeit von der Tonhöhe des ankommenden Schalls erregt. Auf diese Weise können Tonhöhenunterschiede wahrgenommen werden (onmeda.de, 2005).



3.2 Tonhöhenwahrnehmung

Die Physiologie des Innenohrs und des auditorischen Gehirns ist entscheidend für die Tonhöhenwahrnehmung und der Auflösung der Frequenzen. Die gehörten Signale werden vom Innenohr analysiert, indem es unterschiedliche Frequenzen entlang der Haarzellenreihe im cortischen Organ der Cochlea herausfiltert. An dieser Stelle befinden sich die Synapsen von Nervenzellen, die die Signale für die jeweiligen Frequenzen zur Verarbeitung an das Gehirn weiterleiten. Die Frequenz- und Tonhöhenauflösung, die erreicht werden kann, hängt mit der Packungsdichte von Nervenzellenanschlüssen in der Haarzellenreihe zusammen. Bei niedrigen Frequenzen entspricht eine musikalische Oktave weniger als einem Millimeter entlang der Haarzellenreihe. Die mögliche Tonhöhenauflösung ist in diesem Fall relativ gering. Die Länge der Haarzellenreihe verdoppelt sich, bei zunehmender Frequenz, entsprechend steigt auch die mögliche Tonhöhenauflösung. Das Maximum wird ab Frequenz von 500 Hz erreicht. Hier liegt die Länge innerhalb der Haarzellenreihe bei ca. 6mm pro Oktave. Bei mittleren Frequenzen zwischen 500 und 3000 Hz bleibt die Länge der Haarzellenreihe und damit die erreichbare Tonhöhenauflösung mit ca. 6mm pro Oktave in etwa konstant. Aufgrund der erreichbaren Frequenzauflösung sind der Art und Weise, wie das Gehirn Tonhöhen kategorisiert bzw. in wie viele Töne man die Oktave unterteilt, Grenzen gesetzt. Allerdings gibt es keinen direkten Zusammenhang zwischen dem Unterscheidungsvermögen und der Kategorisierung der Tonhöhen in Tonleitern - diese Kategorien sind viel gröber und werden, meist in Ausrichtung an konsonanten Intervallen, gelernt (Bendor und Wang, 2005).

3.3 Aktivierte Hirnregionen bei Musik

Im Innenohr werden Klänge in die Sprache des Gehirns umgewandelt: in Elektrizität. Die Haarzellen der Cochlea reagieren auf einen Klang, indem sie mehrere Pakete mit Botenstoffen zu einem angrenzenden Nerv freigeben. Normalerweise setzen die Zellen im Gehirn nur ein einzelnes Transmitterpaket frei, das



Amusie im Alltag

die Entfernung zu einer angrenzenden Nervenzelle überwindet. Der Ausbruch vieler Botenstoffpakete scheint den Haarzellen zu ermöglichen, die gesendeten Signale genau zu kontrollieren. Klang an sich ist eine mechanische sich bewegendende Welle. Wenn das Innenohr diese Welle wahrnimmt, werden Botenstoffe freigesetzt und ein Nerv sendet ein elektrisches Signal, das die Information über den Klang trägt, an das Gehirn (Trussell, 2002).

Musik wird primär in der rechten Hemisphäre, Sprache in der linken Hemisphäre verarbeitet (Jossmann 1927/Botez und Wertheim 1959). Abbildung 3 zeigt eine Außenansicht der rechten Gehirnhälfte und die Regionen, die bei Musik von Bedeutung sind. Melodien und Harmonie rufen Reaktionen im Schläfenlappen hervor. Konsonante Musik wird im rechten Stirnlappen verarbeitet, insbesondere im orbitofrontalen Kortex. Musik, die man allgemein als angenehm empfindet, bewirkt Aktivitäten im subcallosalen Cingulus. Der parahippocampale Gyrus zeigt Reaktionen bei dissonanter Musik und bei Musik, die man allgemein als unangenehm empfindet. Das absolute Gehör und die Wahrnehmung von Tonhöhen sitzen im Planum temporale.

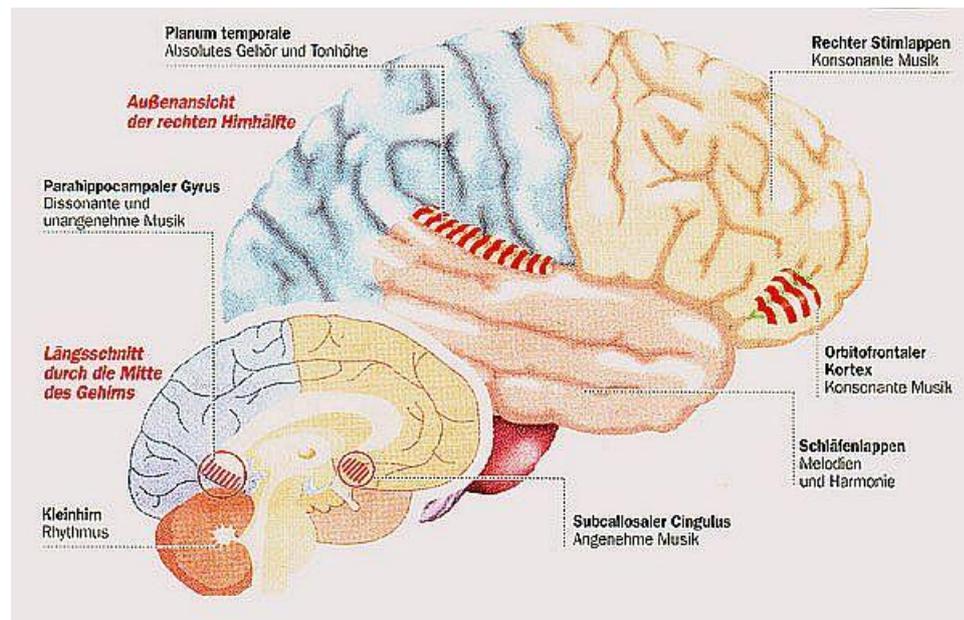


Abbildung 3: Außenansicht der rechten Hemisphäre des menschlichen Gehirns
(Quelle: www.floraberlin.de/soundbag/index1.html, Berliner Zeitung, 23.12.1998)



Amusie im Alltag

Es liegt die Vermutung nahe, dass die rechte Hemisphäre von der Sprachproduktion losgelöst ist, die Musikproduktion von der linken Hemisphäre. Menschen, die z.B. stottern, haben zumeist beim Singen keinerlei Beeinträchtigungen. Allerdings zeigten Studien bei der Musikverarbeitung bilaterale Aktivitäten (Perry *et al.*, 1999).

Die Unterscheidung einzelner Tonhöhen und Lautstärken wird im primären auditorischen Kortex identifiziert, der in den Heschl'schen Querwindungen im Schläfenlappen liegt. Ein etwa ein Zentimeter breiter Gürtel der sekundären Hörrinde erkennt Melodien, Harmonien und Rhythmus. Die tertiäre Hörrinde, die vom vorderen bis hinteren Bereich des Schädellappens reicht, vermittelt, unterstützt von Arealen des Stirnlappens, einen ganzheitlichen Eindruck der Musikstruktur (Boschart und Tentrup, 2003). In Abbildung 4 sind die Gehirnregionen gelb hervorgehoben, die während dem aktiven und passiven Singen und Sprechen aktiviert sind. Hierbei bedeutet aktiv: das ganz normale laute Singen und Sprechen; passiv: die bloße Vorstellung von Singen und Sprechen, also stummes Singen und Sprechen.

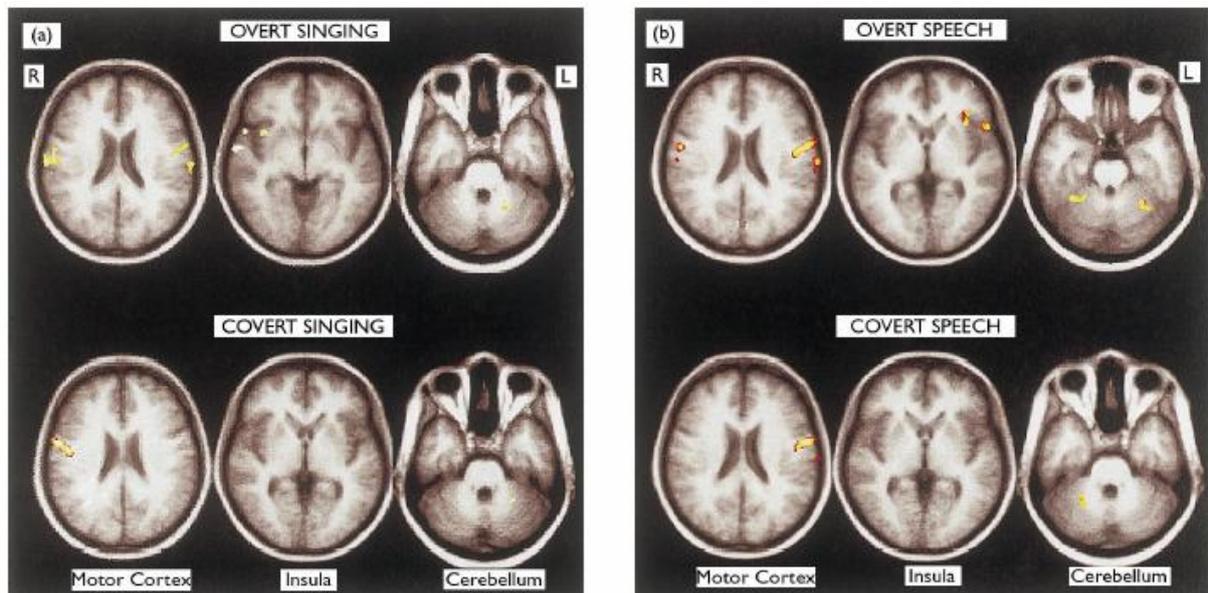


Abbildung 4: **Aktiviertere Hirnregionen bei passivem und aktivem Singen und Sprechen**

(Quelle: Riecker *et al.*: *Opposite hemispheric lateralization effects during speaking and singing at motor cortex, insula and cerebellum*, Cognitive Neuroscience, NeuroReport Vol.2 No 9, 2000)

Während des stummen Singens waren der rechte motorische Cortex und der hintere untere Gyrus aktiviert. Außerdem wurden Aktivitäten in der linken Kleinhirn-Hemisphäre registriert. Beim stummen Sprechen zeigten sich die Er-



gebnisse entsprechend andersherum im linken Cortex und im rechten Kleinhirn. Lautes Sprechen und Singen zeigte bilaterale Aktivitäten im motorischen Cortex. Hierbei wurde auch im intrasylvischen Cortex und in der anterior Insula eine signifikante Reaktion festgestellt. Stummes Singen und Sprechen weist keine homodynamischen Reaktionen innerhalb des intrasylvischen Cortex und der anterior Insula auf. Es dienen also zwei sich gegenüberliegende Netzwerke, die den motorischen Cortex, anterior Insula und das Kleinhirn umfassen, ausschließlich dem aktiven Singen und Sprechen. Der vordere intrasylvische Cortex scheint die Koordination von Sprachartikulation herbeizuführen. Vermutlich passieren diese Prozesse im Zusammenhang mit dem Kleinhirn (Riecker *et al*, 2000).

Doch welche Rolle spielt die rechte Hemisphäre bei Hörstörungen und Amusie? Pötzl (1937) schrieb der rechten Hirnhälfte die Rolle des ‚Dirigenten‘ bei der Musikwahrnehmung zu. Sie habe sozusagen eine hemmende und beschleunigende Funktion, die den raumzeitlichen Hintergrund der Musik abgibt. Döllken (1935) vermutet bei der zweiten rechten Stirnwindung die Anlagen für Klangfarbenempfindung und für die musikalischen Expressionsleistungen. Es ist aber noch ungeklärt, ob es bei einem Ausfall der rechten Hemisphäre zu größeren amusischen Ausfällen kommt als bei Störungen in der linken Hemisphäre.

4. Musikwahrnehmung

Musikwahrnehmung ist ein Mustererkennungsmechanismus des auditorischen Systems, um simultane Klänge und Sequenzen von Klängen anhand unterscheidbarer Objekte und Ströme zu bestimmen (Freitag-Lange, 2003). Bei der musikalischen Akustik sind drei Merkmale der musikalischen Klänge entscheidend: die Tonhöhe, die Tonfarbe und die Tonintensität. Davon ist die Tonhöhe physikalisch wie musikalisch das Wesentlichste. Der Tonhöhe kommt als einer spezifischen Toneigenschaft eine konstitutive Bedeutung zu. Die kontinuierliche Änderung der Töne innerhalb des Tongebietes und demzufolge die Steigerung der Töne innerhalb des Tongebietes von der tiefsten bis in die höchste La-



Amusie im Alltag

ge, werden auf dieses Tonmerkmal zurückgeführt, genauso wie die Verschiedenheit der Tonarten, Intervalle und Akkorde (Révész, 1972).

Das Wahrnehmen von Musik allgemein, bedeutet schlichtweg Wiedererkennen. Hierbei spielt die Musik der Kultur, in der man aufwuchs, die entscheidende Rolle. Es liegt weniger am Klang selbst wie er wirkt, sondern an unserer Erfahrung mit solchen Klängen. Die Musik der westlichen Kultur beruht auf einer 12-Ton-Skala, eine Oktave ist also in 12 Halbtöne unterteilt, eine Tonleiter hat 7 Töne. In fast allen Kulturen besteht die Tonleiter aus 5-7 Tönen. Dies ist von Vorteil, da die Kurzzeitgedächtnisgrenze für Kategorien beim Menschen bei etwa 7 liegt (Miller, 1956). Eine Unterteilung in Vierteltonschritte kann vom menschlichen Gehirn nicht differenziert genug kategorisiert werden (siehe Punkt 3.2). Außerdem besagt das „Gesetz der geschlossenen Gestalt“, dass unser Gehirn vollständige Muster bevorzugt. Sprünge in einer Melodie, die deren ebenmäßiges Muster unterbrechen, werden in der westlichen Kultur weitgehend vermieden (Gregory, 1987). Auch kann das Gehirn der Musik keinen Sinn entnehmen, wenn eine Melodie zu viele Schwankungen in der Tonhöhe aufweist. Musik erfordert Töne von festgelegter Höhe und Dauer. Es gibt keine Kultur, die in erster Linie auf gleitende Töne mit wechselnder Tonhöhe und Dauer aufbaut. Anders ist es jedoch bei einem Werk mit großem Orchester. Trotz der vielen unterschiedlichen Frequenzkomponenten, ist das menschliche Gehirn in der Lage, zusammengehörige Obertöne zusammenzufassen, auch wenn diese in der Tonhöhe schwanken. Die Musik anderer Kulturen klingt für uns oft verstimmt oder gar dissonant. Dabei stehen die Töne nur in einer für uns ungewohnten Beziehung zueinander. In einem gewissen Sinne ist man taub für die Musik fremder Kulturen. Das Nervensystem erkennt und verarbeitet von Geburt an lediglich die kulturspezifischen Klänge. Jeder andere Aspekt der Musik wird ganz oder teilweise erlernt. Selbst Profimusiker schneiden bei Tests mit für sie fremden musikalischen Traditionen nicht besser ab. Auch sie wenden beim Hören von Musik eine Reihe erlernter musikalischer Fähigkeiten an, die sich ausschließlich auf die eigene Kultur beziehen (Aitkin, 1990).

Beim Hören von Musik neigt der Mensch eher dazu, die Beziehung der Informationen zwischen Tönen zu verarbeiten als absolute Reize wie die spezifische Tonhöhe oder Intervalle. Für gewöhnlich wird kaum mehr als die Kontur einer



unbekannten Melodie, also die Richtungsänderungen der Tonhöhen, im Gedächtnis bleiben. Genauso werden unterschiedliche Tonfolgen mit gleicher Kontur als verwandt empfunden. Sogar Kleinkinder sehen transponierte, bekannte Melodien – selbst bei veränderten Intervallen – als bekannt an, solange die Kontur nicht verändert wurde (Trehub, 2002).

4.1 Tonhöhen- und Melodieverarbeitung in der Entwicklung

Durch verschiedene Studien erkannte man, dass das menschliche auditorische System bereits drei bis vier Monate vor der Geburt funktionsfähig ist. Föten reagieren in diesem Alter auf externe Geräusche, Sprache, aber auch auf Melodien (Lecanuet, 1996). Schon während der Schwangerschaft können sich Ungeborene Melodien einprägen, mit denen sie als Säugling später gut zu beruhigen sind. Die Voraussetzung für den emotionalen Zugang zur Musik ist bei Neugeborenen im hohen Maß vorhanden (Trehub *et al.*, 1997). Dies impliziert die Fähigkeit, musikalische Strukturen zu verstehen, beispielsweise eine Melodie als Einheit und nicht als eine Folge von Einzeltönen wahrzunehmen. Das Innenohr von Neugeborenen entspricht dem Entwicklungsstand von Erwachsenen (Papoušek, 1996). So sind Säuglinge in der Lage, den Klang einer vertrauten Stimme (DeCasper und Fifer, 1980), Melodien (Cooper und Aslin, 1989), und den Unterschied zwischen einer weiblichen und einer männlichen Stimme zu erkennen. Das Separieren der weiblichen und männlichen Stimme ist auf die Wahrnehmung der verschiedenen Tonhöhen zurückzuführen (Granier-Deferre *et al.*, 1992). Dabei wird der Verlauf der Tonhöhen (Sprachmelodie) und der Zeitstrukturen (Sprachrhythmus) als wichtige Information zur Identifikation von Mann oder Frau genutzt (Papoušek, 1996). Hier muss man zwischen dem bloßen Erkennen von Sprache der Neugeborenen und dem Erlernen einer Fremdsprache eines Erwachsenen differenzieren. Beim Lernen einer Fremdsprache gilt es einzelne Worte und Phrasen im Klangstrom zu identifizieren. Neugeborene müssen die akustischen Informationen im Sprachsignal ohne pädagogische Hilfsmittel verarbeiten. Der wesentliche Unterschied zum Erlernen einer



Fremdsprache beim Erwachsenen liegt darin, dass der Säugling in der Lage ist, Regelmäßigkeiten im akustischen Signal zu erkennen und Segmente der Sprache zu selektieren. Das Filtern der so genannten Phonem- und Phrasengrenzen, ist eine nur in einer bestimmten Zeitspanne nach der Geburt vorhandene Fähigkeit. Dadurch ist es möglich, die „hierarchischen Grundstrukturen der Sprache, ihre von den Phonemen über Worte und Phrasen sich aufbauenden zeitlichen Ebenen, vorbewusst zu erkennen und in ihre Bestandteile aufzulösen“ (Kreutz, 2002).

Neugeborene sind sogar sensibler als ursprünglich angenommen: bei Frequenzen über 4.000 Hz, zeigen sie bessere Reaktionen als Erwachsene (Trehub *et al.*, 1980; Schneider *et al.*, 1980; Sinnott *et al.*, 1983). Wir lernen Musik und Sprache durch bloßes Zuhören zu verstehen und erzeugen Sätze und Melodien zunächst ohne formale Ausbildung in den jeweils zugrundeliegenden Regeln. Beides scheint ein natürliches, angeborenes Merkmal des Nervensystems zu sein. Doch was entwickelte sich zuerst, die Musik oder die Sprache? Musik und Sprache scheinen in einer Beziehung zueinander zu stehen, da beide auf Symbolen beruhen, die das Lesen ermöglichen. Sprache und Musik verwenden dasselbe Rohmaterial, nämlich Laute bzw. Frequenzen, die in einem Spektrum angeordnet sind und kombiniert und variiert werden können. Sowohl in der Sprache als auch in der Musik, spielt die Artikulation eine wichtige Rolle und vermittelt oft die konnotative Bedeutung einer Äußerung. Nur der Mensch ist imstande Musik und Sprache zu erzeugen und zu verstehen. Da die Sprache von beiden Fähigkeiten die Nützlichere zu sein scheint, könnte man zu der Vermutung kommen, dass Sprache sich zuerst entwickelt hat; doch es ist nicht erwiesen, was sich als erstes entwickelte.

Auch das Rhythmusgefühl ist wohl nicht genetisch bedingt, sondern wird von Säuglingen zu einem erheblichen Anteil erlernt und kann sogar auch falsch erlernt werden (Hannon und Trehub, 2005). Es liegt die Vermutung nahe, den mütterlichen Herzschlag als Grundlage für die Rhythmusempfindung und deren Entwicklung zu sehen. Jedoch sehen Parncutt (1997) und andere Wissenschaftler eher die gehende Fortbewegung der Mutter als induzierend für diesen Prozess. Es kommt auch darauf an, wie Eltern ihre Babys zum Takt von Musik wiegen. Wird das Kind „falsch“ zum Takt geschaukelt, scheint es sich diese



Bewegung falsch einzuprägen und dieses inkorrekte Rhythmusgefühl auch sein Leben lang zu behalten (Phillips-Silver und Trainor, 2005). Kinder sind flexibler, wenn es auf die Kategorisierung von Rhythmus ankommt. Diese Fähigkeit kann aber während des Heranwachsens verloren gehen, wenn Kinder nur einer Art von Rhythmus ausgesetzt werden. Bei einer Studie mit nordamerikanischen Erwachsenen wurde festgestellt, dass diese Probleme haben, einen Rhythmus wahrzunehmen und zu reproduzieren. Es wurde untersucht, inwiefern dies auf die Natur und die Kultur zurückzuführen ist. Man fand heraus, dass bulgarische und mazedonische Erwachsene komplexe Rhythmen besser verarbeiten konnten als nordamerikanische Erwachsene, da sich Nordamerikaner primär mit vergleichsweise simplen westlichen Rhythmen beschäftigen. Um die Signifikanz von kulturellen Einflüssen beurteilen zu können, wurden auch nordamerikanische Kinder untersucht. Diese lieferten bessere Ergebnisse als nordamerikanische Erwachsene. Dies deutet an, dass Kinder in der Lage sind, komplexe Rhythmen zu verarbeiten, die Fähigkeit aber in einer Kultur zu verlieren scheinen, die auf eher einfachen Rhythmen aufgebaut ist (Hannon und Trehub, 2005).

Bei Untersuchungen mit Kleinkindern stellte man fest, dass diese in der Lage waren, Veränderungen bei melodischen Konturen, rhythmischem Klatschen, Tonhöhen und Klangfarben zu erkennen. Im Alter zwischen fünf und sieben Jahren sind sie fähig, kleinste Tonhöhenunterschiede wahrzunehmen und sich Tonmuster anzueignen. Erwachsene hingegen konzentrieren sich auf die Unterschiede der Musik des jeweiligen Kulturkreises (Trehub, 1986). Außerdem konnten Kinder auf- und absteigende Sequenzen differenzieren, die zum Teil nur aus Halbtönen bestanden (Thorpe, 1986). Kleinkinder reagieren auch schon auf Dissonanzen und Konsonanzen (siehe Punkt 5.1). Allerdings verlieren Kinder in den ersten Lebensmonaten offenbar die angeborene Fähigkeit Musikvariationen in Musikstücken aus fremden Kulturkreisen zu erkennen. Eine Studie ergab, dass schon einjährige Kinder aus dem angloamerikanischen Raum nur durch langes Hören und Üben in der Lage waren, die Feinheiten in der Folkloremusik aus dem Balkan zu unterscheiden. Sechs Monate alte Kinder haben damit keinerlei Schwierigkeiten. Offenbar nimmt aber die Sensibilität für ungewohnte Musikstile recht schnell ab. Ähnliche Erfahrungen hat man bereits mit



Amusie im Alltag

dem Erkennen von Sprachen und Gesichtern gemacht: Während sechs Monate alte Babys in der Lage sind, die Mimiken und Gesichter einzelner Menschenaffen auseinanderzuhalten, können sie schon drei Monate später lediglich noch die individuellen Gesichter von Menschen unterscheiden (Aitkaik, 1990).

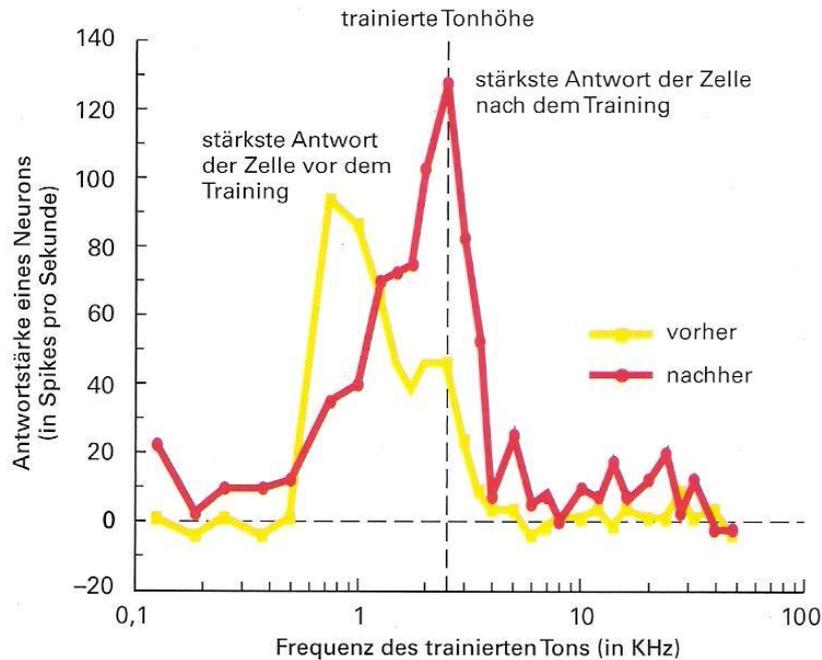
Das Reproduzieren einfachster Melodien setzt bei Kindern voraus, dass sie sich intensiv mit der Musik ihrer eigenen Kultur beschäftigen. Sie müssen erst lernen, Melodiezusammenhänge zu erkennen, anstatt jeden Ton einzeln als unabhängige Information zu betrachten, so wie es bei Tieren der Fall ist (Aitkaik, 1990). Die reine Musikwahrnehmung löst sich erst nach und nach von der Sprachwahrnehmung. Im Alter von sechs Monaten beginnen Kinder auf Veränderungen einer melodischen Linie zu reagieren. Allerdings nicht, wenn die Melodie in eine höhere oder tiefere Lage transponiert wird. Sie sind fähig, musikalische Abschnitte von periodisch aufgebauter Musik zu identifizieren (Krumhansl und Juszyk, 1990). Dies verdeutlicht, dass Kinder beginnen, eine Beziehung zwischen einzelnen Tönen wahrzunehmen, anstatt die einzelnen Töne einer bestimmten Tonfolge zu speichern. Erst im Alter von drei bis vier Jahren, beginnen Kinder damit, Musik der Kultur in der sie aufwachsen, zu reproduzieren. Jedoch wechseln sie beim Singen eines Liedes ständig die Tonart und sind sich dabei des Missklangs gar nicht bewusst. Sie sind ebenso noch nicht in der Lage das Tongeschlecht bestimmen zu können (Dalla Bella *et al.*, 2001). Auch haben sie kaum einen Begriff von harmonischen Beziehungen, dies beginnt erst im Alter von fünf Jahren. In diesem Alter sind sie in der Lage Tonartenwechsel zu entdecken, können diese aber nicht umsetzen. Das Verständnis dafür setzt nicht vor einem Alter von sieben oder acht Jahren ein, genauso wie die Fähigkeit Dur und Moll unterscheiden zu können. Mit ungefähr zehn Jahren beginnt ein Kind zwei parallel verlaufenden Stimmen folgen zu können und eine Kadenz zu erkennen. In diesem Alter ist die Hörrinde im Gehirn des Kindes erst vollständig ausgereift. Dies ist bemerkenswert, wo doch die biologischen und psychologischen Voraussetzungen für die Verarbeitung und Anwendung von Sprache längst erfüllt sind, für die Wahrnehmung von Musik jedoch noch nicht. Ein volles Verständnis für Harmonik entwickelt sich – wenn überhaupt – frühestens mit zwölf Jahren (Shuter-Dyson; Gabriel, 1981). Die Forschung in diesem Bereich sollte jedoch nicht zu unkritisch betrachtet werden., da viele Fakto-



ren bei der Musikerziehung eine Rolle spielen. Es sind Kultur, Zielgruppe, Sozialisation etc. zu berücksichtigen. Die richtige und einzige Musikerziehung kann es nicht geben (Kreutz, 2002).

5. Beeinflussbare Reaktionen des Gehirns auf Tonhöhen

Auf eine bestimmte Tonfrequenz sprechen einzelne Nervenzellen des Hörsystems optimal an. Sind die Frequenzen leicht abweichend, reagieren benachbarte Zellgruppen stärker (Weinberger, 2005, siehe Punkt 3.1). Das Gehirn verhält sich beim Verarbeiten von Tönen also keineswegs starr. Auch können Reaktionen von Erfahrung und Übung abhängen. Die graue Substanz in bestimmten Bereichen der Heschlschen Querwindungen ist in den Gehirnen von ausgebildeten Musikern bis zu 130% größer als bei musikalisch ungebildeten Personen. Außerdem sind die Nervenzellen von Profimusikern in diesem Bereich doppelt so aktiv (Boschart und Tentrup, 2003). Bei Untersuchungen mit Katzen und Meerschweinchen fand man heraus, dass antrainierte Töne eine stärkere Antwort der Nervenzellen hervorrufen als vor der Übung (siehe Abbildung 5).





sich mit Musik auseinandersetzt (Pantev, 1989). Auch hängt die Sensibilität beim Musiker vom eigenen Instrument ab. Bestimmte Hirnregionen reagieren auf das eigene Instrument stärker als auf andere (Pantev, 1991).

5.1 Welche Informationen werden durch Tonhöhe vermittelt?

Die Melodiekontur ist eine entscheidende Information, die durch Tonhöhe vermittelt wird. Sie hat auch den größten Wiedererkennungswert. Primär durch (Kinder-) Lieder prägt sich der Mensch von Geburt an Melodieverläufe ein, die er selbst bei Lärm wiedererkennen kann (siehe Punkt 5).

Auch harmonische Verhältnisse werden durch unterschiedliche, gleichzeitig erklingende Tonhöhen vermittelt. Hier spielen Dissonanzen für den „Wohlklang“ eine entscheidende Rolle, wobei zwischen sensorischen und kognitiven Dissonanzen unterschieden wird. Als sensorische Dissonanzen versteht man im Allgemeinen Geräusche, die keiner Tonhöhe eindeutig zugeordnet werden können. Es wird angenommen, dass natürliche Geräusche, auch die Sprache, konsonant sind. Das zentrale neurale Netz bevorzugt folglich möglicherweise Konsonanzen, eventuell aufgrund der biologischen Bedeutung in der Umwelt.

Kognitive Dissonanzen sind eindeutig Tonhöhen zuzuordnen. Sie können in einem harmonischen Verlauf eine stimmungsvolle Reibung erzeugen (z.B. Dominantseptakkord), oder auch als Missklang empfunden werden (z.B. Cluster). Dies setzt eine feine Differenzierung der Tonhöhen voraus. Häufig unterscheidet nur ein Halbton zwischen Dissonanz und Konsonanz. Der deutsche Physiker Hermann von Helmholtz (1954) vermutete, dass Dissonanzen durch mangelnde Auflösung zu einer Verwirrung im Ohr führen und deshalb als unangenehm empfunden werden können. Das menschliche Ohr habe schlichtweg nicht genug räumliche Auflösung, um die Töne zu separieren.

Kleinkinder reagieren ebenfalls auf Dissonanzen, auch wenn die Intervalle weit auseinander liegen und zeigten eine Präferenz für Konsonanzen. Zentner und Kagan (1998) testeten 32 vier Monate alte Säuglinge auf diese Vorlieben. Bei



konsonanter Musik schauten die Kleinkinder den Lautsprecher ruhig an, bei dissonanter Musik wurden sie unruhig und wandten sich ab. Der Mensch scheint also eine biologische Präferenz für konsonante Musik zu haben, einige Ton-Kombinationen werden als harmonischer empfunden als andere. Dies könnte auf die akustischen Eigenschaften der Sprache zurückzuführen sein. Schwartz *et al.* (2003) haben Sprachaufnahmen von über 500 Personen analysiert. Sie fanden Muster, die den Grundstrukturen der Musik entsprechen. Bestimmte Punkte, an denen die Schallenergie in der Sprache konzentriert wird, entsprechen demnach den Tönen und Halbtönen, auf denen die westliche Musik beruht. Anhand der unterschiedlichen Energiemengen ist es möglich zu prognostizieren, wie gut entsprechende Töne harmonisch zueinander passen. Ton-Kombinationen scheinen besonders dann bevorzugt zu werden, wenn sie den Mustern in der Sprache ähnlich sind. Das Hören ist also wie das Sehen keine direkte Erfahrung der Umwelt, sondern das Erfassen von Energien (Licht- oder Schallwellen), die von Objekten ausgehen (Schwartz *et al.* 2003).

6. Der Stand der Forschung

Amusie wurde schon vor mehr als einem Jahrhundert von Grant-Allen (1878) in einer Studie beschrieben. Er schilderte den Fall eines 30-jährigen Mannes, der Defizite bei der Musikwahrnehmung hatte, obwohl keine neurologischen Verletzungen festgestellt wurden. Der Mann war nicht in der Lage, die Tonhöhen von zwei verschiedenen Tönen zu unterscheiden und bekannte Melodien zu erkennen. Außerdem zeigte er sich Musik gegenüber vollkommen indifferent. Dies konnte auch nicht mit mangelnder musikalischer Ausbildung erklärt werden, da der Mann in seiner Kindheit Musikunterricht erhielt. Ein Jahrhundert später veröffentlichte Geshwind (1984) einen ähnlichen Fall. Er beschrieb einen Mann, der aus einer musikalischen Familie kam. Der Mann erhielt als Kind Klavierunterricht, jedoch bemerkte sein Lehrer bald, dass sein Schüler weder imstande war zu singen, noch zwischen 2 Tonhöhen zu unterscheiden oder den Rhythmus zu halten. Interessant ist, dass der Mann drei Fremdsprachen fließend



sprechen konnte. Diese beiden Fälle sind allerdings anekdotisch und nicht ausreichend systematisch evaluiert.

Neuere Studien liefern aussagekräftigere Ergebnisse. Die Probleme bei der Wahrnehmung von Musik allgemein, umfassen mehrere Bereiche, die sich untereinander auch ausschließen können. Es wird von Problemen bei der Tonerinnerung, Rhythmuserkennung und Tonhöhenwahrnehmung berichtet. Diese Störungen scheinen nicht mit Aphasie zu korrelieren, Stimmungsunterschiede bei der Sprache werden von Personen, die von Amusie betroffen sind, erkannt (Ayotte *et al.*, 2002). Man nimmt an, dass neurale Anomalien, vor allem im auditorischen Kortex, diese Probleme bei der Wahrnehmung von Tonhöhen hervorrufen. Der primäre auditorische Kortex ist bei Tonhöhenwahrnehmung aktiv. Im sekundären auditorischen Kortex wird zudem ein ‚Tonhöhenzentrum‘ vermutet, indem Hirnaktivitäten mehr mit dem Wahrnehmen von Tonhöhen korrelieren als mit den physikalischen Eigenschaften des akustischen Stimulus (Griffiths, 2004). Aber auch in komplexeren distributiven Prozessen des Gyrus temporalis superior kann es zu Störungen bei der Analyse von Tonhöhen kommen (Patterson *et al.*, 2002). Der Gyrus temporalis superior spielt eine entscheidende Rolle bei der morphosyntaktische Verarbeitung (anteriorer Anteil) und der Integration syntaktischer und semantischer Information (posteriorer Anteil) (Loritz, 1999). Ob Einflüsse auf Tonhöhenwahrnehmung eventuell genetisch bedingt sind, hat Drayna *et al.* (2001) in einer Studie mit Zwillingen untersucht. Die Analysen ergaben keinen genetischen Zusammenhang, die Reaktionen auf Tonhöhen waren individuell.

6.1 Kongenitale Amusie

Die Studie, die Ayotte *et al.* (2002) durchführte, war eine der ersten, die die Symptome von kongenitaler Amusie dokumentierte. Mit einer Gruppe von Erwachsenen, die die passenden Kriterien musikalischer Störungen aufwiesen, wurden Tests durchgeführt, die ursprünglich musikalische Defizite bei Hirnkranken aufzeigen sollten. Die Ergebnisse zeigen, dass Amusie auf Schwächen



in der Unterscheidung von Tonhöhen zurückzuführen sind. Diese umfassen aber auch Beeinträchtigungen beim Erinnern und Erkennen von Musik, sowie beim Singen und Rhythmusverhalten. Die Versuchsteilnehmer waren allerdings in der Lage, Sprache genauso wahrzunehmen wie eine Kontrollgruppe. Die Defizite bezogen sich ausschließlich auf Musik. Die Störungen in der Tonhöhenwahrnehmung konnten weder mit einem Hörverlust erklärt werden, noch mit mangelnder musikalischer Ausbildung, da alle Studienteilnehmer in ihrer Kindheit Musikunterricht hatten. Die Defizite scheinen als nebensächliche Störungen in einem ansonsten normalen kognitiven System aufzutreten.

Mit einer Versuchsteilnehmerin der Studie von Ayotte *et al.* (2002), ergab sich ein besonderer Fall von kongenitaler Amusie, der nicht mit expliziten Hirnläsionen, Hörverlust, kognitiven Defiziten, sozial bedingten Störungen oder mangelnder Wahrnehmung der Umwelt zu erklären ist. So konnte erwiesen werden, dass Amusie kein Mythos ist (Kazez, 1985). Die Diagnose wurde bei einer Frau gestellt, die enorme Schwierigkeiten beim Ermitteln von Tonhöhenänderungen aufzeigte und starke rhythmische Probleme aufwies. Trotz Musikunterrichts in ihrer Kindheit, scheint Musik für sie monoton zu klingen, da sie keine Tonhöhenunterschiede wahrnehmen konnte, die kleiner als zwei Halbtöne waren (Peretz *et al.* 2002).

6.2 Pathologisch bedingte Amusie

Da Amusie möglicherweise pathologisch bedingt ist, versucht man plausible Erklärungen zu finden. Ayotte *et al.* (2002) vermuten Risse in einer Windung des auditorischen Kortex. Aber um diese These zu bekräftigen, sind weitere Studien vonnöten, in denen das Gehirn besser abgebildet wird, um diese neuronalen Anomalien aufzuspüren. Bei Patienten mit verschiedenen Formen des Schlaganfalls sind, mit Hilfe eines von Evers *et al.* (2002) selbst entwickelten Amusie-Tests, isolierte Ausfälle von definierten musikalischen Fähigkeiten festgestellt worden. Bei anderen cerebralen Erkrankungen, insbesondere bei Hirntumoren, können sogar musikalische Halluzinationen ausgelöst werden.



Amusie im Alltag

Hier sind besonders ältere Menschen, die schon länger an einer Innenohrschwerhörigkeit leiden, betroffen. Akustische Halluzinationen hängen mit Hirnschädigungen im Bereich des Temporalhirns zusammen. Musikhalluzinationen haben bestimmte Verläufe. Sie beginnen als Ohrgeräusch (Tinnitus), das dann rhythmisch und schließlich zu Musik wird. Der Verlauf ist ähnlich zu optischen Halluzinationen bei Augenleiden. Die Ursachen reichen von beginnender (peripherer) Taubheit, über zentralnervöse Erkrankungen wie Schlaganfälle, Tumoren oder Anfallsleiden im Bereich der rechten Hemisphäre bis zu psychiatrischen Erkrankungen wie Demenz, Depression und Schizophrenie.

Doch welche Beeinflussungen sind zu erwarten, wenn eine weite peripher gelegene Strecke des Hörfeldes, insbesondere die Cochlea geschädigt ist, verursacht durch eine Hirnverletzung? Gibt es neben der kongenitalen Amusie eine cochleare Amusie? Dies lässt sich vielleicht anhand eines Patienten beantworten, bei dem aufgrund eines Sturzes auf den Hinterkopf, hervorgerufen durch einen vegetativen Schock, eine doppelseitige, die Innenohrgegend berührende Felsenbeinfraktur diagnostiziert wurde. Der Patient klagte zwar über Brausen im Ohr, es bestanden sonst aber keine Sprach- und Empfindungsstörungen. Ein ohrenärztlicher Befund ergab, dass das rechte Ohr völlig taub, beim linken Ohr eine an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit bestand. Es kam also zu einem völligen Ausfall des inneren Ohres rechts und zu hochgradigen Schädigungen des inneren Ohres links. Die Tests, die im folgenden durchgeführt wurden, beziehen sich demnach alle auf das linke Ohr.

Der Patient war musikalisch vorgebildet, spielte Klavier und Orgel und gab an, richtig singen gekonnt zu haben. Nach dem Unfall war das Hören von Tönen auf einen bestimmten Umfang begrenzt, vor allem bei hohen Tönen gab der Patient an, nichts mehr zu hören. Auch bei der Unterscheidung von kleineren Intervallen, angefangen bei der Quart bis kleine Sekunde, zeigte der Patient große Mängel. Auch das Harmoniegehör war stark beeinträchtigt. Der Patient war zwar in der Lage einen Zweiklang von Einzeltönen zu unterscheiden, hatte aber große Schwierigkeiten einen Dreiklang zu erkennen. Auch bei der Unterscheidung von Dur und Moll zeigte der Patient große Mängel, ebenso wie beim Nachsingen oder -pfeifen einer Melodie. Eine partielle Tontaubheit kann also auf Schädigungen des peripheren Hörfeldes beruhen. Eine sensorische Amusie



Amusie im Alltag

liegt nicht vor, da das Melodiegedächtnis erhalten war. Man könnte den Patienten aber aufgrund mangelnder Unterscheidung und Wahrnehmung von Tonhöhen als cochlear amusisch bezeichnen (Foerster, 1916).

In einer anderen, neueren Studie, wurde die Sensibilität gegenüber Dissonanzen an einer Patientin getestet, die aufgrund einer Hirnoperation eine Verletzung am auditorischen Kortex erlitten hatte. Die Patientin, die ansonsten keine Einschränkungen in ihrem Hörvermögen aufzuweisen hatte, gab an, das Hören von Dissonanzen als angenehm zu empfinden. Es wurde untersucht, inwieweit diese Verletzung Einfluss auf die Wahrnehmung von Dissonanzen bei der Patientin hat. Mit Hilfe einer PET (Positronen-Emissions-Tomographie) wurden Änderungen der Blutzirkulation im Gehirn von Kontrollpersonen ohne Hirnverletzungen beobachtet. Diese PET Werte wurden mit dem CT-Bild der verletzten Gehirnregion der Patientin verglichen, um herauszufinden, ob die Regionen, die für die Musikverarbeitung verantwortlich sind, mit den Verletzungen übereinstimmen. Beim Vergleich der aktivierten Hirnregionen der Kontrollgruppe, überlappte keine mit den Verletzungen der Patientin, außer einer kleinen Region im orbitofrontalen Kortex, dem Gyrus temporalis superior. Man vermutet, dass Verletzungen an dieser Gehirnwindung für die Desensibilität gegenüber Dissonanzen verantwortlich sind (Peretz *et al.*, 2001).

Amusie ist also sowohl aufgrund von Hirnverletzungen als auch durch Verletzungen im Innenohr verursacht, oder angeboren. Jedoch bleibt im zuletzt beschriebenen Fall ungeklärt, wie sich die Patientin vor der Operation Dissonanzen gegenüber verhalten hat, und ob sie eventuell schon zuvor Defizite in der Tonhöhenwahrnehmung aufwies.



7. Studie „Erkennen Sie die Melodie?“

Wie in den vorangegangenen Punkten beschrieben, gibt es mehrere Ausprägungsformen von Amusie. Amusische Menschen zeigen Schwächen beim Erinnern, Wahrnehmen und Wiedergeben von Musik., sowie beim Rhythmusgefühl. Außerdem kann Amusie zum einen durch pathologische Schädigungen bedingt sein, zum anderen kann sie auch angeboren sein. Auch ist zwischen der sensorischen, der sogenannten Melodientaubheit und der motorischen Amusie zu unterscheiden, bei der die Wiedergabe von Melodien gestört ist. Die Fähigkeiten der Tonhöhenwahrnehmung schwanken von Person zu Person. Auch die Bereiche der Stärken und Schwächen können unterschiedlich besetzt sein, z.B. können Schwierigkeiten bei Melodieerinnerung Defizite bei der Tonhöhenwahrnehmung ausschließen. Unmusikalität in klar abzugrenzende Stufen einzuteilen ist unmöglich.

Die in Punkt 6 aufgeführten Studien, beschrieben Fälle von Personen, die bewiesenermaßen von Amusie betroffen waren. Doch welche Reaktionen zeigt die Gesamtbevölkerung bei der Tonhöhenwahrnehmung? Welche Unterschiede gibt es bei der Wahrnehmung zwischen Musikern und Nicht-Musikern? Kann man aufgrund der Testergebnisse Amusie bei Teilnehmern feststellen und wenn ja, wie hoch liegt der Prozentsatz der amusischen Teilnehmer? Mit der Durchführung einer eigenen Studie, versuchte ich diese Fragen zu klären.

7.1 Beschreibung der Testpersonen

An der Studie „Erkennen Sie die Melodie“ nahmen 20 Musiker und 20 Nicht-Musiker teil. Als Musiker werden in diesem Fall die Personen bezeichnet, die länger als zwei Jahre ein Musikinstrument erlernt haben und dieses zum Zeitpunkt der Studie regelmäßig als Amateur, Semi-Profi oder Profi spielten. Zu der Gruppe der Nicht-Musiker zählen zufällig ausgewählte Personen, die diesen Kriterien nicht entsprechen. Trotzdem ist Musikalität bei der Gruppe der Nicht-



Musiker nicht ausgeschlossen. Bevorzugt wurden in beiden Gruppen Akademiker oder Studenten befragt, um generelle Lernschwächen auszuschließen.

In der Gruppe der Nicht-Musiker waren 6 Personen männlich und 14 Personen weiblich. Das Alter in dieser Gruppe lag zwischen 24 und 81 Jahren, das Durchschnittsalter bei 40,45 Jahren. Bei 25% der Teilnehmer war die Hörfähigkeit nach Selbsteinschätzung beeinträchtigt, bei 15% der Nicht-Musiker wurden Hörschäden diagnostiziert. Die Nicht-Musiker hörten im Durchschnitt 1,6625 Stunden Musik pro Tag in ihrer Freizeit und besuchten 0,45 Konzerte im Monat. 55% dieser Gruppe, bezeichneten sich selbst als musikalisch, 45% gaben an, aus einer musikalischen Familie zu kommen. 60% in der Gruppe der Nicht-Musiker haben ein Musikinstrument länger als zwei Jahre erlernt, jedoch keiner spielte ein Instrument zum Zeitpunkt der Studie regelmäßig.

Bei der Musikergruppe nahmen 5 Männer und 15 Frauen teil. Der jüngste Teilnehmer war 24 Jahre alt, der älteste 79 Jahre, das Durchschnittsalter lag bei 40,8 Jahren. 20% der Musiker gaben an, dass ihre allgemeine Hörfähigkeit beeinträchtigt sei, bei 25% der Musiker wurden Hörschäden diagnostiziert. Die Musiker hörten im Durchschnitt 2,04 Stunden Musik in ihrer Freizeit und besuchten 1,53 Konzerte im Monat. Alle Musiker bezeichneten sich selbst als musikalisch und spielten zum Zeitpunkt der Studie mindestens ein Instrument regelmäßig. 95% der Gruppe der Musiker gaben an aus einer musikalischen Familie zu kommen. 25% dieser Gruppe waren professionelle Musiker, 40% Semi-Profis und 35% Amateur-Musiker. An einem Chor oder Orchester nahmen 85% der Musiker teil.

7.2 Durchführung der Studie

40 Testpersonen, davon 20 Musiker und 20 Nicht-Musiker, bekamen einen Fragebogen ausgehändigt, auf dem sie zunächst Angaben zur Personen machten, sowie medizinische Fragen als auch Fragen zum musikalischen Hintergrund beantworteten. Im Anschluss daran, wurde ihnen auf einer CD vier Beispielaufgaben mit unterschiedlichen Melodien präsentiert. Die Beispielaufgaben werden in



Amusie im Alltag

den Punkten 7.2.1 bis 7.2.4 genauer erläutert. Die Stimuli wurden als Mididatei generiert, um Rhythmus- und Lautstärkeschwankungen auszuschließen. Die Studie wurde in einem ruhigen Raum bei normaler Lautstärke der CD durchgeführt. Das Tempo der Stimuli lag durchgängig bei 100 bpm. Die vier Beispiele wurden mittels Ansage auf der CD genau erklärt. Zwischen Ansage und Stimuli lag jeweils ein Zwischenraum von zwei Sekunden, genauso wie zwischen zwei Melodien, die hintereinander präsentiert wurden. Die Fragen wurden auf dem Fragebogen per Kreuz beantwortet. Die Teilnehmer wurden gebeten, sich auch bei Unsicherheit für eine Antwort zu entscheiden.

Auf den folgenden vier Seiten ist der Fragebogen, den die Testpersonen erhielten, abgebildet.



Erkennen Sie die Melodie?

Ich lade Sie hiermit zur Teilnahme an einem Musikexperiment ein. Ziel ist es, etwas darüber herauszufinden, inwiefern sich die Wahrnehmung von Musik bei verschiedenen Personengruppen ähnelt oder unterscheidet. Füllen Sie dazu bitte zunächst den vorliegenden Bogen sorgfältig und vollständig aus. Da es um Musikhören geht, sind einige (wenige) medizinische Fragen zu Ihrem Hörvermögen notwendig. Es versteht sich, dass alle Angaben anonym und vertraulich behandelt werden und nicht in die Hände von Dritten gelangen.

An den Fragebogen anschließend, finden Sie einen Antwortbogen für das Musikexperiment mit weiteren Anweisungen. Für den gesamten Test werden ca. 25 Minuten benötigt.

Herzlichen Dank für Ihre freundliche Mitarbeit!

Kontakt: Vera Göhring
J.W. Goethe-Universität Frankfurt/Main
Institut für Musikwissenschaften und Musikpädagogik
vera@stud.uni-frankfurt.de

Angaben zur Person

Sie sind ein Mann
 eine Frau
Sie sind ____ Jahre alt

Welchen Beruf üben Sie aus (bitte die genaue Bezeichnung)? _____

Falls Sie Student/in sind, welche Fächer studieren Sie? _____

Falls Sie Schüler/in sind, welches Berufsziel haben Sie? _____

Falls Sie Rentner/in sind, welchen Beruf übten Sie am längsten aus? _____

Medizinische Fragen

Ist Ihre allgemeine Hörfähigkeit nach Selbsteinschätzung beeinträchtigt? ja
 nein

Falls ja, in welcher Form? _____

Sind Hörschäden oder Beeinträchtigungen des Gehörs
(z.B. Tinnitus) diagnostiziert worden? ja
 nein



Fragen zum musikalischen Hintergrund

Wie viel Musik hören Sie in Ihrer Freizeit, die Sie selber auswählen? ca. ____ Std. täglich

Wie häufig besuchen Sie öffentliche Konzerte? ca. ____ pro Monat

Würden Sie sich selbst als musikalisch bezeichnen? ja
nein

Würden Sie sagen, dass Sie aus einer musikalischen Familie kommen
(Familienmitglieder haben Instrument erlernt oder beschäftigen sich
allgemein viel mit Musik)? ja
nein

Haben Sie ein Musikinstrument (mindestens 2 Jahre Unterricht) erlernt? ja
nein

Wenn ja, spielen Sie derzeit dieses Instrument regelmäßig? ja
nein

Wenn ja, wie würden Sie Ihr Spielniveau bezeichnen? Gelegenheitsspieler
(Amateur: kein Einkommen durch Musik) Amateur
(Semi-Profi: bis 50% des Einkommens durch Musik) Semi-Profi
(Profi: mehr als 50% des Einkommens durch Musik) Profi

Nehmen Sie an einem Chor oder Orchester teil? ja, ca. ____ Std. pro Woche
nein

Tanzen Sie regelmäßig? ja, ca. ____ Std. pro Woche
nein



Beispiel 1 *Sind die folgenden Melodien richtig gespielt, oder enthalten sie falsche Töne?
Sind diese Ihnen bekannt?*

Melodie 1	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 2	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 3	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 4	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 5	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 6	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 7	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 8	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 9	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 10	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 11	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 12	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 13	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 14	richtig	falsch	bekannt	unbekannt
Melodie 15	richtig	falsch	bekannt	unbekannt

Beispiel 2 *Werden die Melodien identisch wiederholt, oder enthalten sie falsche Töne?*

Melodie 1	identisch	verändert
Melodie 2	identisch	verändert
Melodie 3	identisch	verändert
Melodie 4	identisch	verändert
Melodie 5	identisch	verändert
Melodie 6	identisch	verändert
Melodie 7	identisch	verändert
Melodie 8	identisch	verändert



Beispiel 3 *Welchen Ton erwarten sie als nächstes bei diesen Melodien?*

Melodie 1	Ton A	Ton B	Ton C
Melodie 2	Ton A	Ton B	Ton C
Melodie 3	Ton A	Ton B	Ton C
Melodie 4	Ton A	Ton B	Ton C
Melodie 5	Ton A	Ton B	Ton C
Melodie 6	Ton A	Ton B	Ton C

Beispiel 4 *Bitte beurteilen Sie auf einer Skala von 1 bis 7, ob Sie die folgenden Melodien als unangenehm oder als angenehm empfinden.*

	unangenehm					angenehm	
Melodie 1	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 2	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 3	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 4	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 5	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 6	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 7	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 8	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 9	1	2	3	4	5	6	7
Melodie 10	1	2	3	4	5	6	7



- XI. O Tannenbaum (falsch gespielt)
- XII. Von den blauen Bergen (falsch gespielt)
- XIII. Pomp and Circumstance (richtig gespielt)
- XIV. Muss i denn zum Städtele hinaus (falsch gespielt (in Moll))
- XV. Der Mond ist aufgegangen (falsch gespielt)

Mit diesem Verfahren wollte ich untersuchen, inwiefern Tonhöhenveränderungen bei bekannten Melodien einen Einfluss auf den Hörer haben und ob diese bei einem abweichenden Ton erkannt werden. Wie schon erwähnt, blieb bei manchen Änderungen der Melodie eine gewisse Logik, die Melodie war im Ganzen tonal, da der veränderte Ton in die gleichnamige Molltonart der Melodie passte. Bei anderen Änderungen war die Melodie zwar tonal, der Ton aber falsch oder die Melodie erschien kurz atonal, da der veränderte Ton nicht mit der jeweiligen Dur- oder der gleichnamigen Molltonart harmonierte. Inwiefern das Vermögen Dur und Moll zu differenzieren Einfluss auf die Ergebnisse hatte, galt es auch zu analysieren.

7.2.2 Durchführung Beispiel 2

In Beispiel 2 wurden acht Melodien je zweimal gespielt. Die Versuchsteilnehmer sollten angeben, ob die Melodie identisch wiederholt wurde, oder einen falschen Ton enthielt. Vier der acht Melodien enthielten einen falschen Ton. Es wurden vier tonale und vier atonale Melodien präsentiert, wobei jeweils zwei Melodien fehlerhaft waren. Die Melodien wurden in folgender Reihenfolge präsentiert:

- I. Melodie 1 (verändert/tonal)
- II. Melodie 2 (verändert/atonal)
- III. Melodie 3 (identisch/tonal)
- IV. Melodie 4 (verändert/atonal)
- V. Melodie 5 (identisch/atonal)



Amusie im Alltag

- VI. Melodie 6 (verändert/tonal)
- VII. Melodie 7 (identisch/atonal)
- VIII. Melodie 8 (identisch/tonal)

Abbildung 7 zeigt ein Beispiel für eine tonale Melodie, d.h. alle Töne gehören zu der entsprechenden Tonart. Das obere System zeigt die Variante, die zuerst gespielt wurde. Das untere System zeigt diese Melodie mit einem abweichenden Ton im vorletzten Takt.



Abbildung 7

Ein Beispiel für eine atonale Melodie wird in Abbildung 8 gezeigt. Die Töne sind willkürlich gesetzt und entsprechen keiner definierten Harmonik. Die Melodie kann, für eine an die Musik der westlichen Kultur gewöhnte Person, ungewohnt erscheinen. Das obere System zeigt wiederum die zuerst gespielte Melodie, im unteren System weicht die Melodie um einen Ton im zweiten Takt ab.



Abbildung 8



Bei Beispiel 2 war vor allem das Gedächtnis der Probanden gefragt. Die Melodien waren höchstens drei bis vier Takte lang. Es galt zu testen, ob die atonalen Melodien schwieriger für die Teilnehmer zu merken waren als die tonalen Melodien. Vor allem interessierten die Ergebnisse der Musiker in zweierlei Hinsicht: zum einen, inwiefern hängen Musikalität und Gedächtnis zusammen; zum anderen, sind die Ergebnisse bei den atonalen Melodien besser als bei den Nicht-Musikern, oder sind Musiker auch eher für tonale Melodien „trainiert“?

7.2.3 Durchführung Beispiel 3

Hierbei wurden die Erwartungen der Versuchspersonen an Tonhöhen bei einer bekannten Melodie untersucht. Sechs bekannte Melodien wurden je dreimal gespielt. Die Melodie unterbrach nach einigen Tönen, nach zwei Sekunden ertönte ein weiterer Ton. Einer der drei Töne war der richtige Folgeton der bekannten Melodie, diesen sollten die Probanden auf dem Fragebogen mit einem Kreuz angeben. Folgende bekannte Melodien wurden gespielt:

- I. Happy Birthday (Ton C)
- II. Bi- Ba- Butzemann (Ton A)
- III. Für Elise (Ton A)
- IV. Hänschen klein (Ton B)
- V. Freude schöner Götterfunken (Ton C)
- VI. Leise rieselt der Schnee (Ton B)

Abbildung 9 verdeutlicht diese Aufgabenstellung. Das erste System zeigt den richtigen Folgeton der Melodie „Für Elise“, auf dem Fragebogen war also ‚Ton A‘ anzukreuzen.



Abbildung 9

Wie in Beispiel 1, waren hier die Tonänderungen entweder zur Harmonie der Melodie passende Töne oder harmoniefremde Töne. Der falsche Ton im zweiten System von Abbildung 9 ist harmoniefremd für diese Melodie, das ‚h‘ im dritten System ist auch falsch, gehört aber zur Tonart. Bei „Für Elise“ war das Intervall zwischen letztem Ton und dem Ton, der nach der Pause kam, mit einer kleinen Sexte am größten.

Wieder wollte ich hier die Unterschiede zwischen Musikern und Nicht-Musikern untersuchen. Außerdem, welchen Einfluss harmoniefremde Töne und Töne, die eigentlich zur Harmonie passen, auf das Ergebnis haben. Auch ein großer Tonabstand wie bei „Für Elise“ könnte eventuell eine Beeinflussung haben.



7.2.4 Durchführung Beispiel 4

Bei Beispiel 4 wurden fünf verschiedene Melodien einmal konsonant und einmal dissonant präsentiert:

- I. Melodie 1 (dissonant)
- II. Melodie 2 (dissonant)
- III. Melodie 3 (konsonant)
- IV. Melodie 4 (konsonant)
- V. Melodie 3 (dissonant)
- VI. Melodie 1 (konsonant)
- VII. Melodie 5 (dissonant)
- VIII. Melodie 2 (konsonant)
- IX. Melodie 5 (konsonant)
- X. Melodie 4 (dissonant)

Die Versuchsteilnehmer wurden gebeten, auf einer Skala von 1 bis 7 anzugeben, ob sie die jeweilige Melodie als angenehm oder als unangenehm empfinden. Abbildung 10 zeigt im oberen System die konsonante Version der Melodie 5, im unteren System die dissonante Version.

Abbildung 10



Um möglichst viele Dissonanzen zu erzeugen, wurde bei gleichbleibender Begleitung die Melodie um einen Halbton erhöht. Diese Verfahren wurde auch bei Melodie 1 und Melodie 4 durchgeführt. Bei Melodie 3 waren manche Takte der dissonanten Version konsonant, die Dissonanzen der anderen Takte wurde durch Halbtonverschiebungen in den Akkorden gestaltet. Bei Melodie 2 wurde die Dissonanz durch tiefe Basstöne erzeugt, die nicht zur eigentlichen Tonart der Melodie gehören.

Selbst Menschen, die von Amusie betroffen sind, können bekannte Melodien gut wahrnehmen (Ayotte *et al.*, 2002). Es galt hier herauszufinden, ob Musiker eventuell Dissonanzen gegenüber sensibler reagieren als Nicht-Musiker und wie die Ergebnisse sich zwischen der jeweiligen konsonanten und dissonanten Version unterscheiden. Außerdem wollte ich untersuchen, inwiefern sich die verschiedenen „Formen“ der Dissonanzen auf das Ergebnis auswirken. Z.B. werden vielleicht Dissonanzen, die sehr tief erklingen als weniger dissonant empfunden als die Melodien, die bei gleichbleibender Begleitung um einen Halbton versetzt wurden.

7.3 Ergebnisse der Studie

In dieser Studie hat die Gruppe der Musiker im allgemeinen besser abgeschnitten als die Gruppe der Nicht-Musiker, wie in Diagramm 1 verdeutlicht. Der T-test ergab eine hohe Signifikanz der Mittelwerte [$t(40)=2,2$ und $4,4$; $P=0,00054$ ($P<0,05$)]. Die Musiker beantworteten 92,41% aller Aufgaben richtig, die Gruppe der Nicht-Musiker beantworteten insgesamt 84,83% der Aufgaben richtig. Zwischen normal hörenden Probanden und Teilnehmern, deren Hörfähigkeit beeinträchtigt war, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der Ergebnisse [$P=0,996$ ($P>0,05$)]. Ebenso hatte die Anzahl der Stunden, die man Musik pro Tag hört, oder die Anzahl der besuchten Konzerte, keine Auswirkungen auf das Ergebnis.

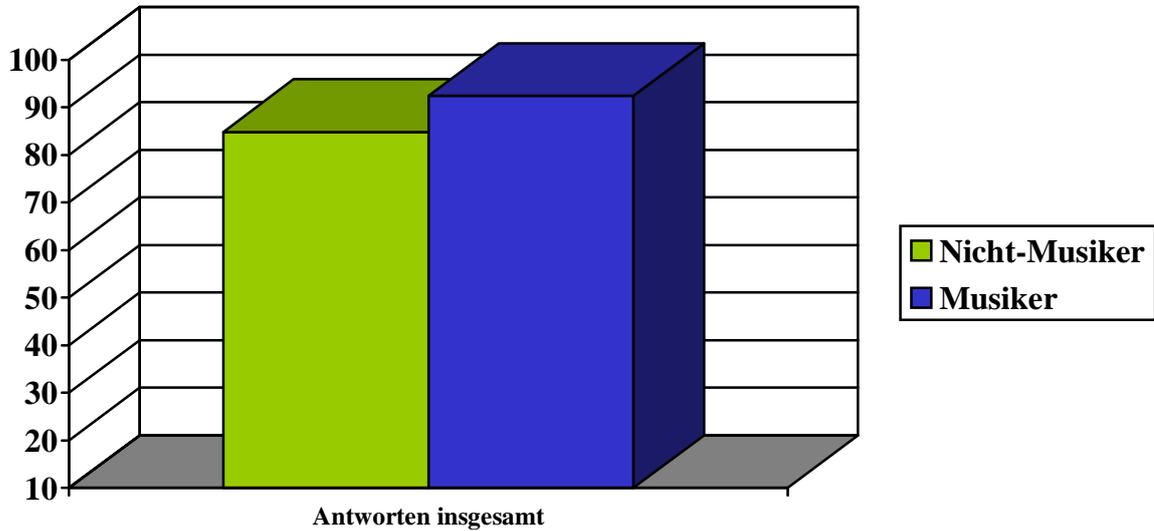


Diagramm 1: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten insgesamt

7.3.1 Ergebnisse Beispiel 1

Auch bei Beispiel 1 haben die Musiker besser abgeschnitten (Diagramm 2). Sie beantworteten 97,67% der Fragen richtig, die Gruppe der Nicht-Musiker beantwortete 92% der Fragen richtig. Die Melodien waren bei den Musikern zu 98,67% bekannt, bei den Nicht-Musikern zu 89,33%.

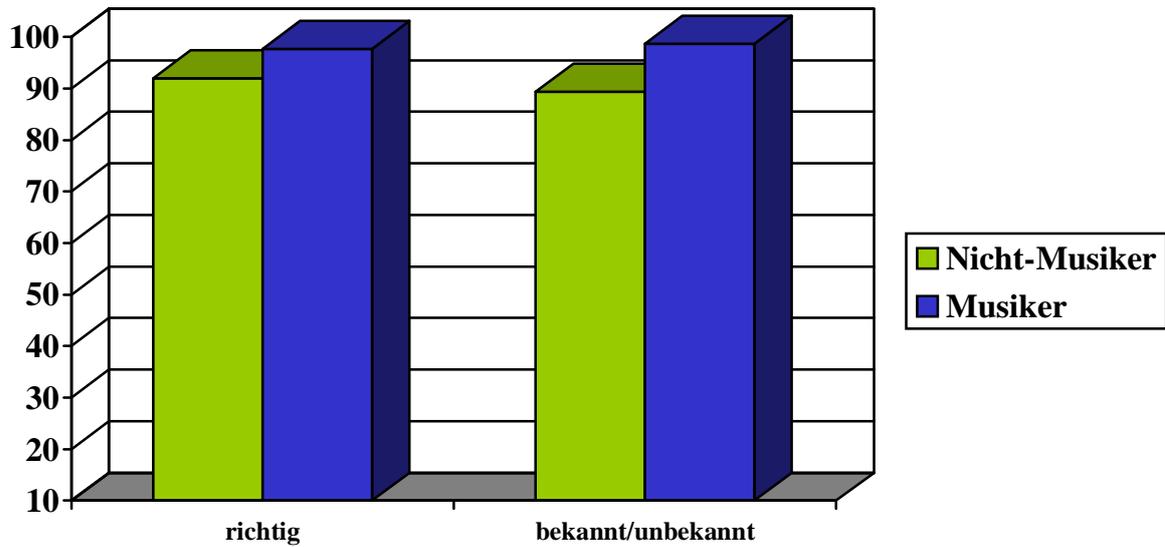


Diagramm 2: Prozentsatz der gegebenen Antworten bei Bsp. 1 insgesamt

Die meisten Studienteilnehmer gaben an, dass sie diese Aufgabe als einfach empfunden haben. Dies lag wahrscheinlich am hohen Bekanntheitsgrad der Melodien. Bei bekannten Melodien fallen falsche Töne scheinbar besonders deutlich auf. Hier gibt es allerdings Unterschiede bei den falschen Tönen. Wie in Punkt 7.2.1 erwähnt, erklangen vier der acht falsch gespielten Melodien durch den falschen Ton kurz in Moll. Dies wirkte sich auch auf das Ergebnis aus (Diagramm 3). Die Gruppe der Nicht-Musiker schien die falschen Töne, die die Melodie in der gleichnamigen Molltonart erscheinen ließ als weniger falsch zu empfinden (92,5% richtige Antworten) als tonal oder atonal falsche Töne (98,75% richtige Antworten). Die Gruppe der Musiker zeigte sich davon nicht beeindruckt und erbrachte bei beiden Varianten den gleichen Prozentsatz von richtigen Antworten (98,75%). (Diagramm 3)

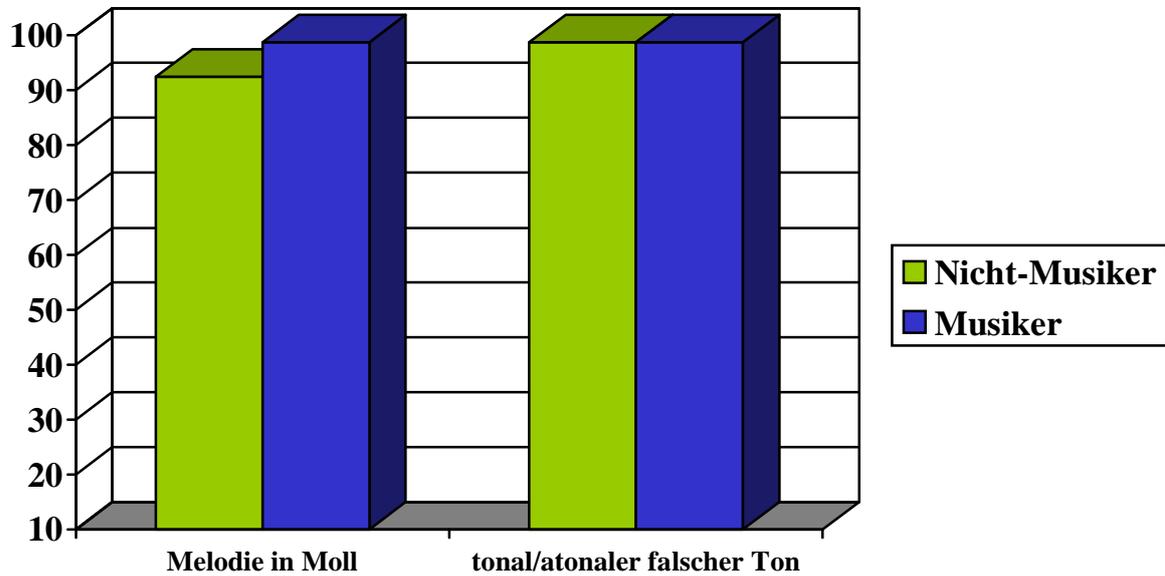


Diagramm 3: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 1

Besonders auffällig waren die Unterschiede der Ergebnisse bei Melodie 13 (Pomp and Circumstance). Während 100% der Musiker diese Melodie bekannt war, gaben nur 65% der Nicht-Musiker an, diese Melodie zu kennen. So unterschiedlich zeigt sich auch das Ergebnis: 60% der Nicht-Musiker gaben die richtige Antwort (die Melodie war richtig gespielt), die Musiker gaben zu 90% die richtige Antwort. Diagramm 4 verdeutlicht diese Unterschiede.

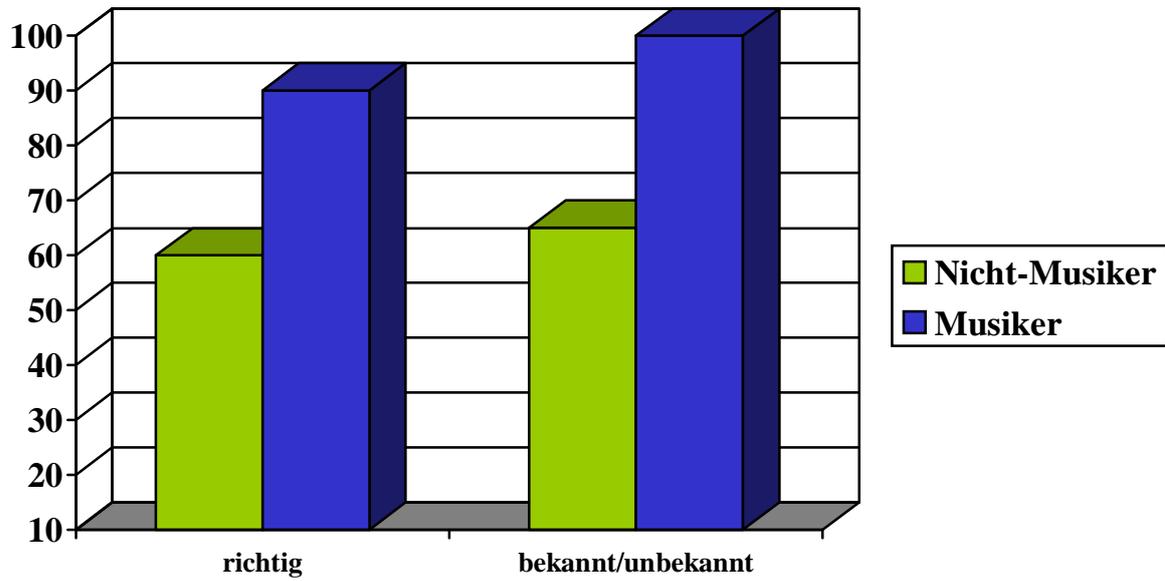


Diagramm 4: Prozentsatz der gegebenen Antworten bei Bsp. 1/Melodie 13

Betrachtet man die Antworten der Nicht-Musiker genauer, so zeigt sich, dass jede Antwortmöglichkeit präsent ist (Diagramm 5).

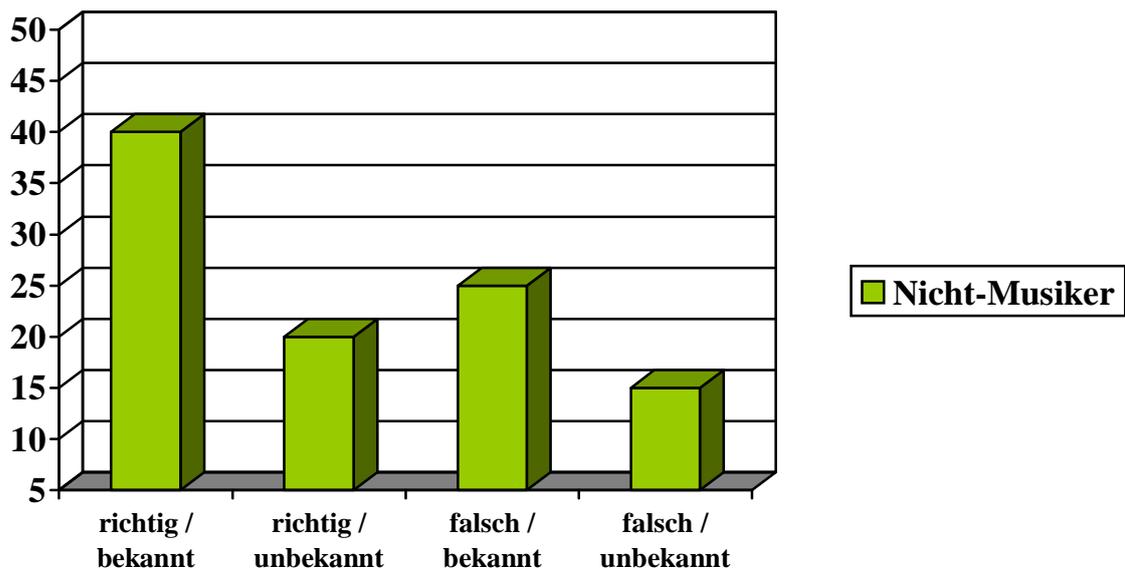


Diagramm 5: Prozentsatz der gegebenen Antworten bei Bsp. 1/Melodie 13



40% der Nicht-Musiker war die Melodie bekannt und es wurde die richtige Antwort gegeben. Unbekannt war die Melodie für 20% dieser Gruppe, jedoch wurde trotzdem die richtige Antwort gegeben. Die falsche Antwort gaben 25%, obwohl die Melodie ihnen bekannt war. 15% der Nicht-Musiker war die Melodie unbekannt und gaben die falsche Antwort.

7.3.2 Ergebnisse Beispiel 2

Bei Beispiel 2 sind die Unterschiede zwischen Musikern und Nicht-Musikern noch augenscheinlicher (Diagramm 6). Nahezu alle Studienteilnehmer gaben an, dass sie diese Aufgabe als am schwersten empfanden, da sie die höchste Konzentration erforderte und das Gedächtnis relevant war. Die Nicht-Musiker gaben bei Beispiel 2 insgesamt 60,63% richtige Antworten, die Musiker 80%.

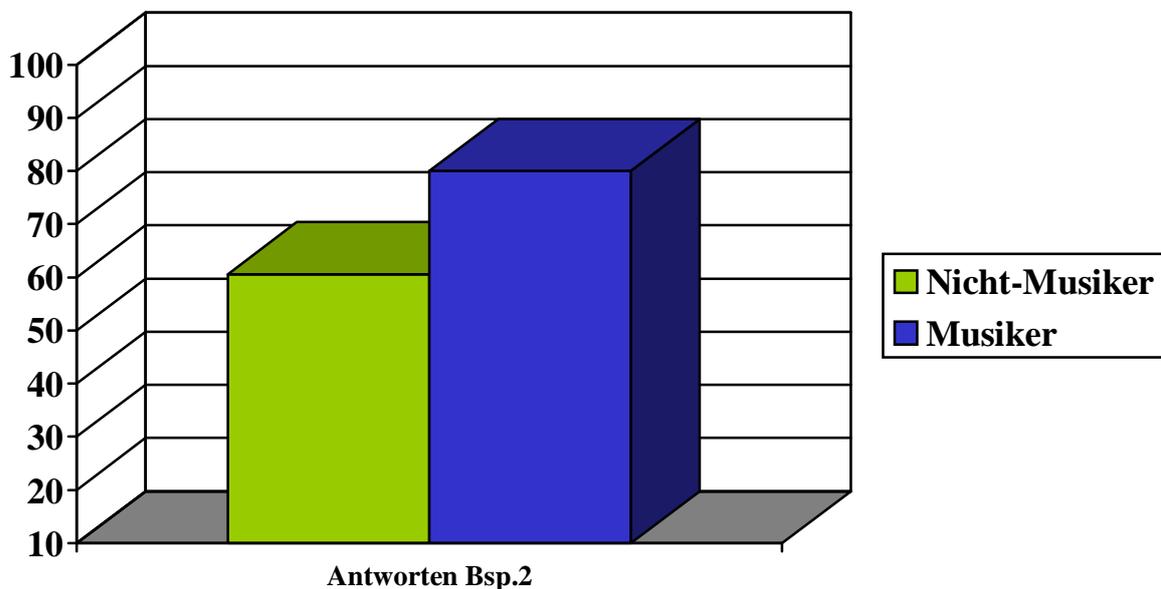


Diagramm 6: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 2 insgesamt

Diagramm 7 zeigt die Ergebnisse bei tonalen und atonalen Melodien von Beispiel 2 bei Musikern und Nicht-Musikern. Die tonalen Melodien wurden von



Amusie im Alltag

beiden Gruppen besser wahrgenommen und es wurden mehr richtige Antworten gegeben. Die Differenz zwischen den tonalen und atonalen Melodien ist bei den Nicht-Musikern größer (70% zu 51,25% richtige Antworten) als bei den Musikern (82,5% zu 77,5% richtige Antworten). Die Musiker haben sich weniger von den atonalen Melodien beeinflussen lassen und bei den atonalen Melodien 5% weniger richtige Antworten gegeben als bei den tonalen Melodien. Die Nicht-Musiker haben bei den atonalen Melodien 18,75% weniger richtige Antworten gegeben.

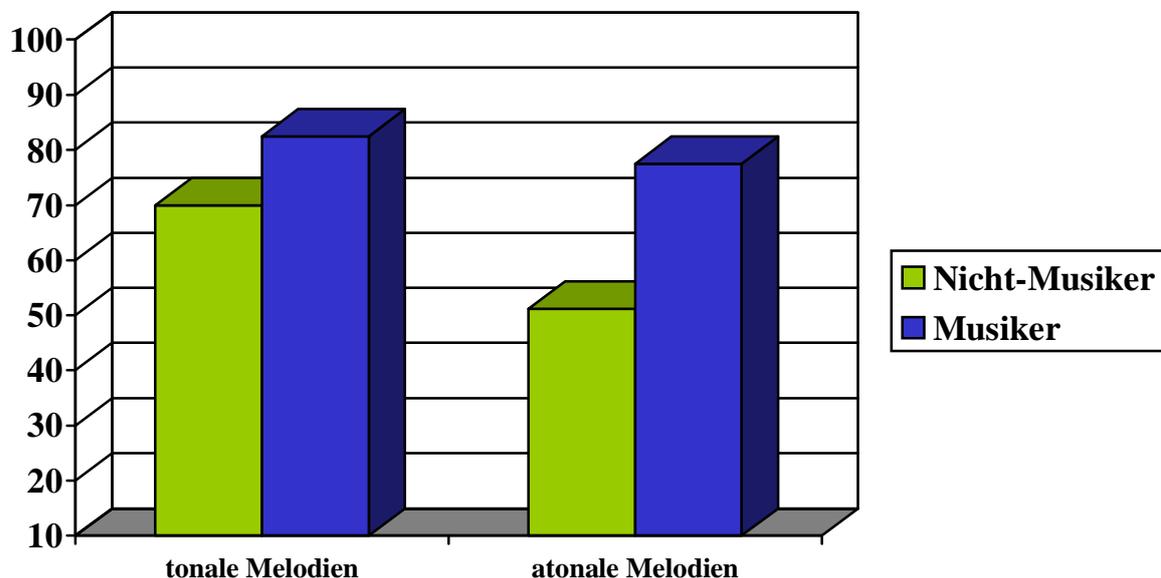


Diagramm 7: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 2

Beachtenswert sind die Resultate der beiden letzten Melodien (Diagramm 8). Sowohl bei Melodie 7 als auch Melodie 8 zeigen beide Gruppen unterdurchschnittliche Ergebnisse. Erstaunlich ist, dass die tonale Melodie 8 bei beiden Gruppen weniger richtige Antworten erhält als die atonale Melodie 7. Die Nicht-Musiker gaben bei Melodie 7 30% richtige Antworten, bei Melodie 8 25%. Die Gruppe der Musiker gab bei beiden Melodien mehr richtige Antworten, zeigte aber bei Melodie 8 auch ein schlechteres Ergebnis (45% richtige Antworten) als bei Melodie 7 (50% richtige Antworten).

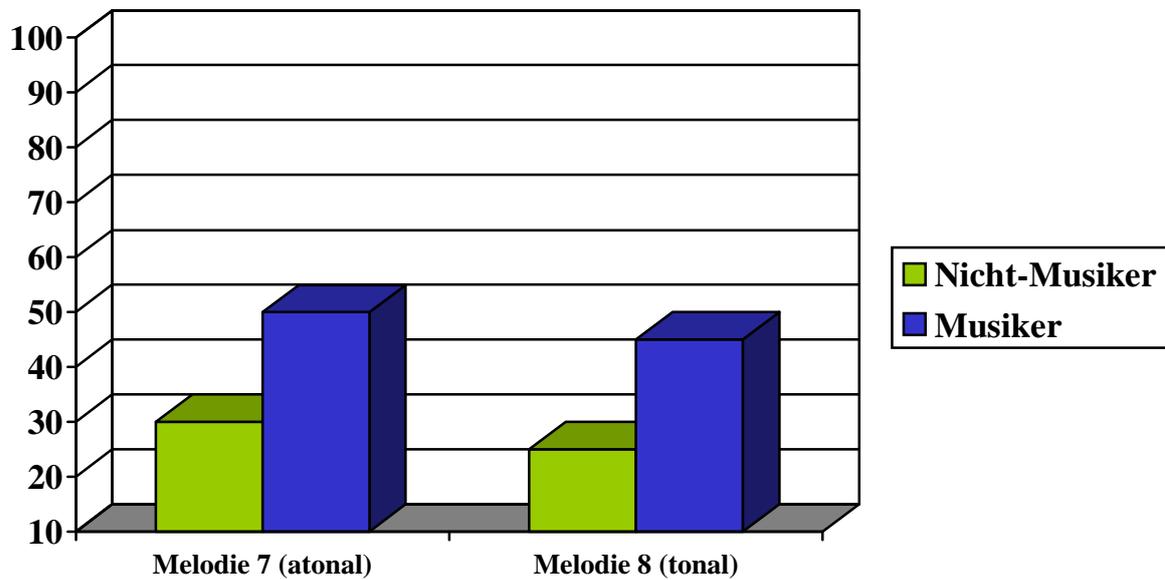


Diagramm 8: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 2

7.3.3 Ergebnisse Beispiel 3

Diagramm 9 zeigt die Ergebnisse von Beispiel 3. Obwohl in diesem Beispiel wiederum bekannte Melodien präsentiert wurden, ist der Abstand zwischen Nicht-Musikern und Musikern größer als bei Beispiel 1. Die Nicht-Musiker gaben bei Beispiel 3 83,33% richtige Antworten, die Gruppe der Musiker 94,17% richtige Antworten.

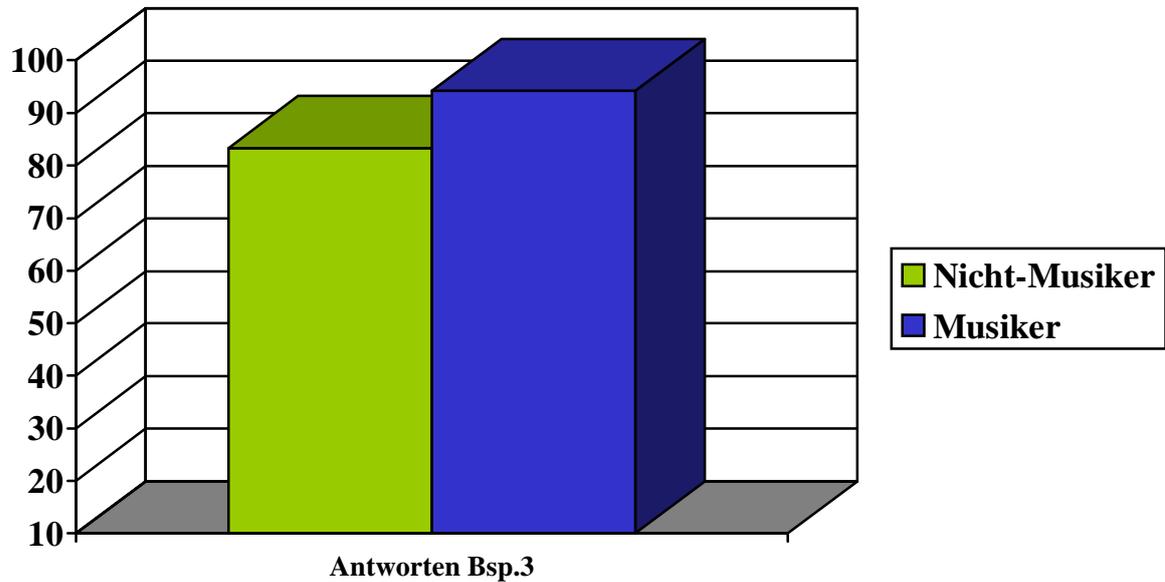


Diagramm 9: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 3 insgesamt

Genauso wie in Beispiel 1, gab es in diesem Beispiel falsche Töne, die entweder der Harmonie der entsprechenden Melodie zugehörig waren, oder harmoniefremd waren und so eventuell eher auffällig sein könnten. Diagramm 10 zeigt den Prozentsatz der falschen Antworten auf, deren Töne die Probanden für richtig hielten. Die Nicht-Musiker hielten falsche Töne, die zur Harmonie passten, eher für richtig (20%) als harmoniefremde Töne (10%). Bei der Gruppe der Musiker war es umgekehrt. 7,5% hielten Töne, die zur Harmonie passten für richtig, 12,5% empfanden harmoniefremde Töne passend.

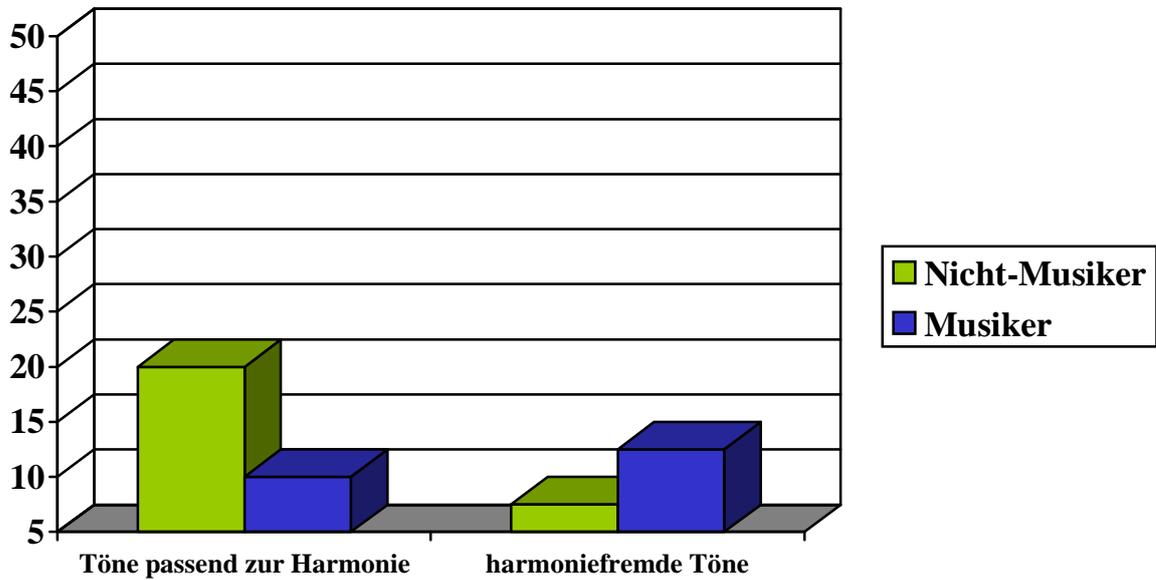


Diagramm 10: Prozentsatz der falsch gegebenen Antworten bei Bsp. 3

Die meisten falschen Antworten wurden bei Melodie 3 (Für Elise) gegeben. Beide Gruppen liegen mit 60% (Nicht-Musiker) und 70% (Musiker) richtiger Antworten unter dem Durchschnitt von Beispiel 3 insgesamt. (Diagramm 11)

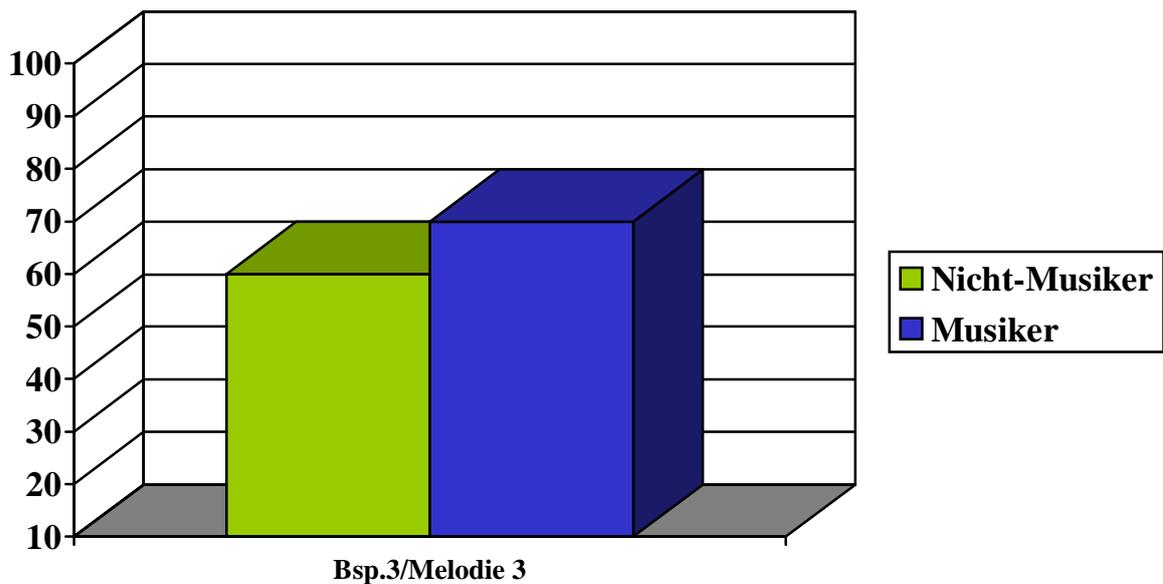


Diagramm 11: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 3/Melodie 3



Bei Melodie 3 bestätigt sich der Eindruck von Diagramm 10. 15% der Nicht-Musiker gaben Ton B als richtigen Ton an, bei den Musikern waren es sogar 20%. Ton B von Melodie 3 ist ein harmoniefremder Ton. Den zur Harmonie passenden Ton C empfanden 25% der Nicht-Musiker als richtig, aber nur 10% der Musiker. Diagramm 12 zeigt den Prozentsatz der falschen Antworten bei Beispiel 3/Melodie 3.

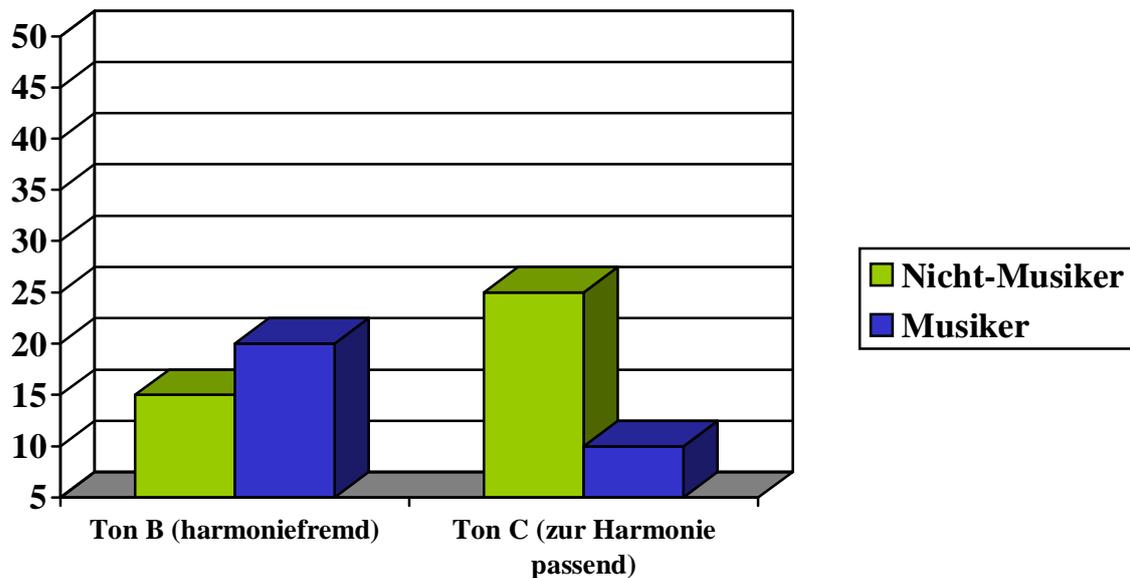


Diagramm 12: Prozentsatz der falsch gegebenen Antworten bei Bsp. 3/Melodie 3

7.3.4 Ergebnisse Beispiel 4

Die Auswertung von Beispiel 4 ergab ähnliche Resultate bei Musikern und Nicht-Musikern. Die konsonanten Melodien wurden von beiden Gruppen als eher angenehm, die dissonanten Beispiele als eher unangenehm valutiert. Die Nicht-Musiker bewerteten die dissonanten Beispiele insgesamt mit durchschnittlich 2,85, die Musiker mit 2,75 auf einer Skala von 1 bis 7. Die konsonanten Beispiele werteten beide mit durchschnittlich 5,34 (Diagramm 13).

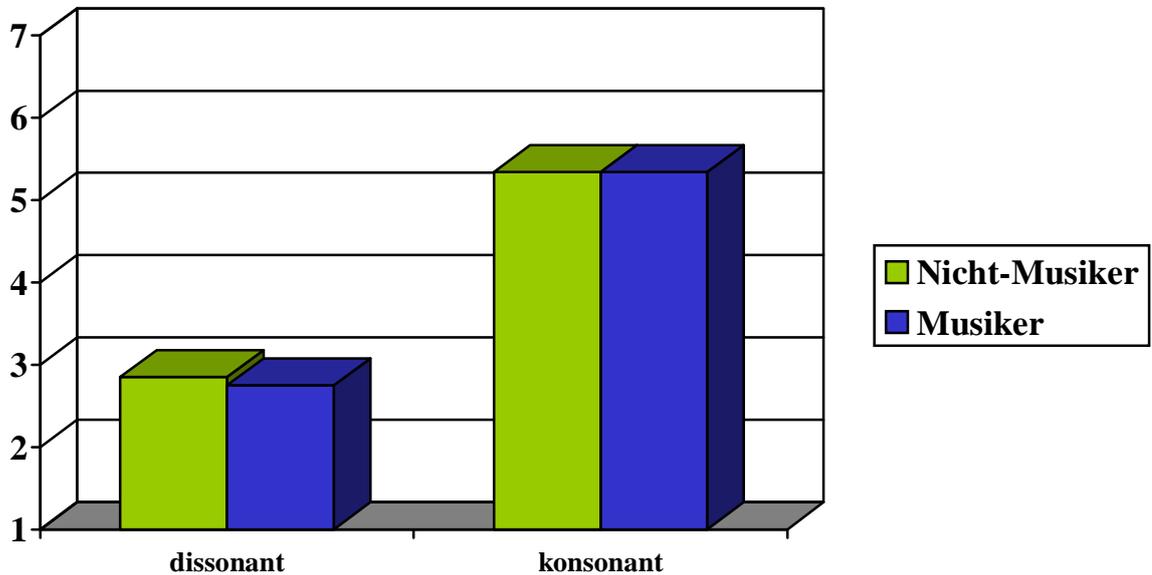


Diagramm 13: Mittelwert bei Beispiel 4 auf einer Skala von 1 bis 7

Diagramm 14 zeigt die durchschnittlichen Bewertungen der einzelnen dissonanten und konsonanten Melodien der Nicht-Musiker. Die konsonanten Melodien wurden durchgehend als angenehmer bewertet als die dissonanten Melodien. Zwischen den einzelnen Punkten besteht keine Entwicklung. Der Verlauf zwischen den Punkten dient ausschließlich der Anschaulichkeit.

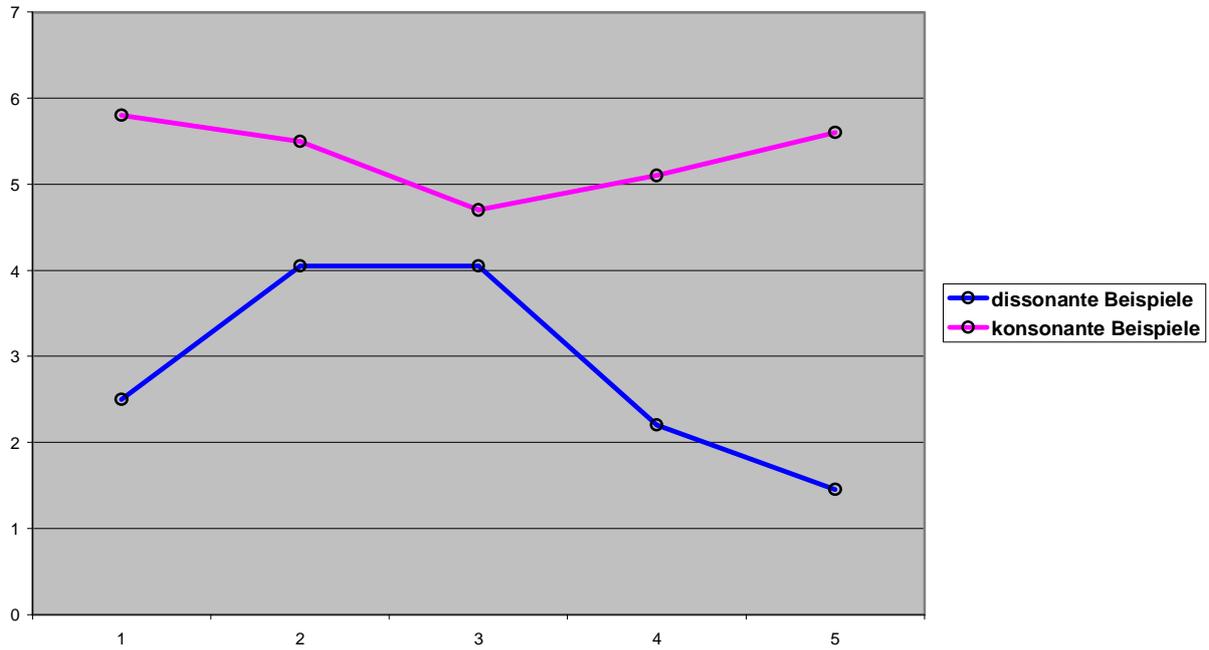


Diagramm 14: Vergleich dissonante vs. konsonante Melodien bei Nicht-Musikern bei Bsp. 4

Die durchschnittlichen Wertungen der Musiker werden in Diagramm 15 veranschaulicht.

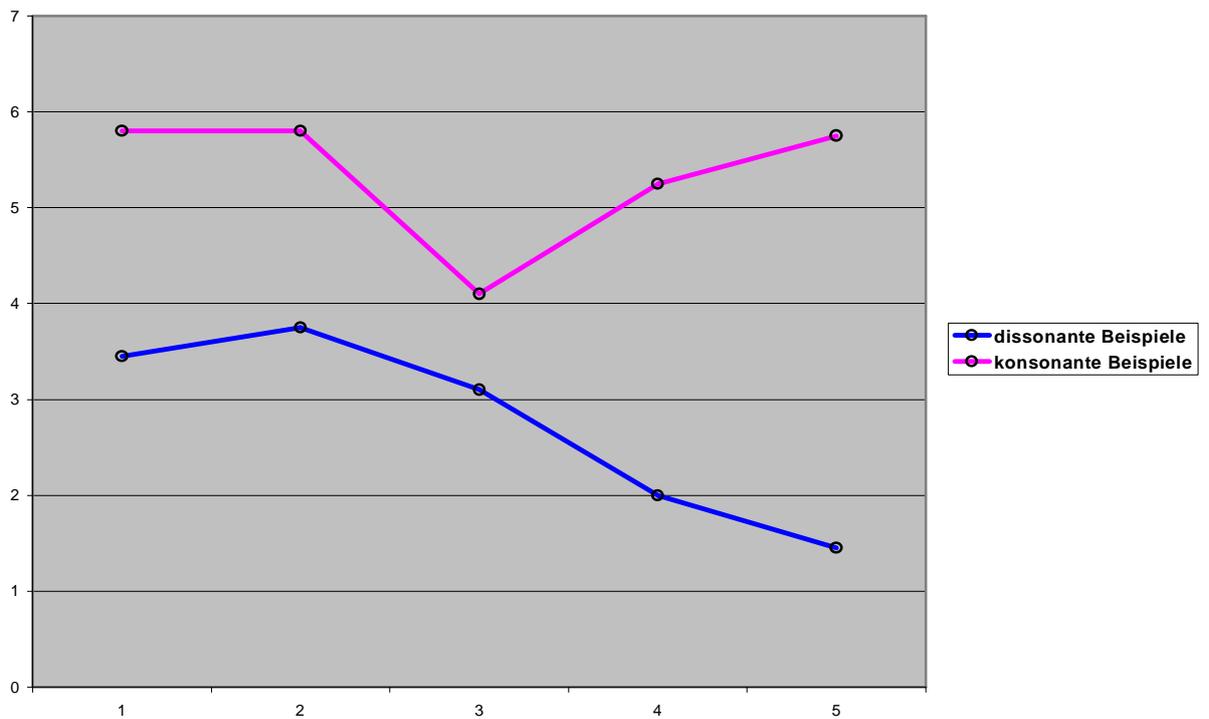


Diagramm 15: Vergleich dissonante vs. konsonante Melodien bei Musikern bei Bsp. 4



Amusie im Alltag

Auch bei Diagramm 15 wird deutlich, dass die konsonanten Melodien von den Musikern als angenehmer empfunden wurden als die dissonanten Melodien. Es fällt auf, dass die konsonante Melodie 3 von den Musikern als wesentlich unangenehmer empfunden wird als von den Nicht-Musikern. Ebenso verhält es sich bei der dissonanten Melodie 3. Die dissonanten Melodien 4 und 5 werden von beiden als am unangenehmsten bewertet, die dissonante Melodie 2 als relativ angenehm. Der genaue Vergleich zwischen den beiden Gruppen zeigt insgesamt ein relativ ähnliches Bild der Bewertung (Diagramme 16 und 17).

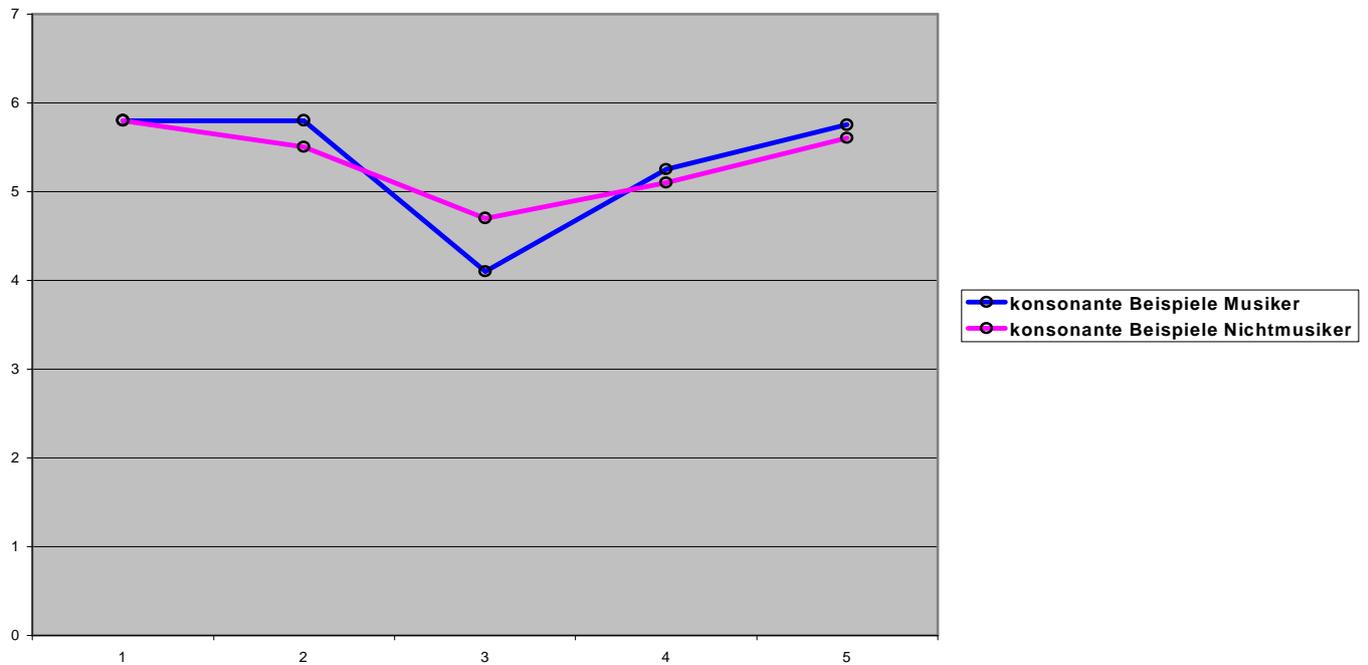


Diagramm 16: Vergleich Nicht-Musiker vs. Musiker bei konsonanten Melodien bei Bsp. 4

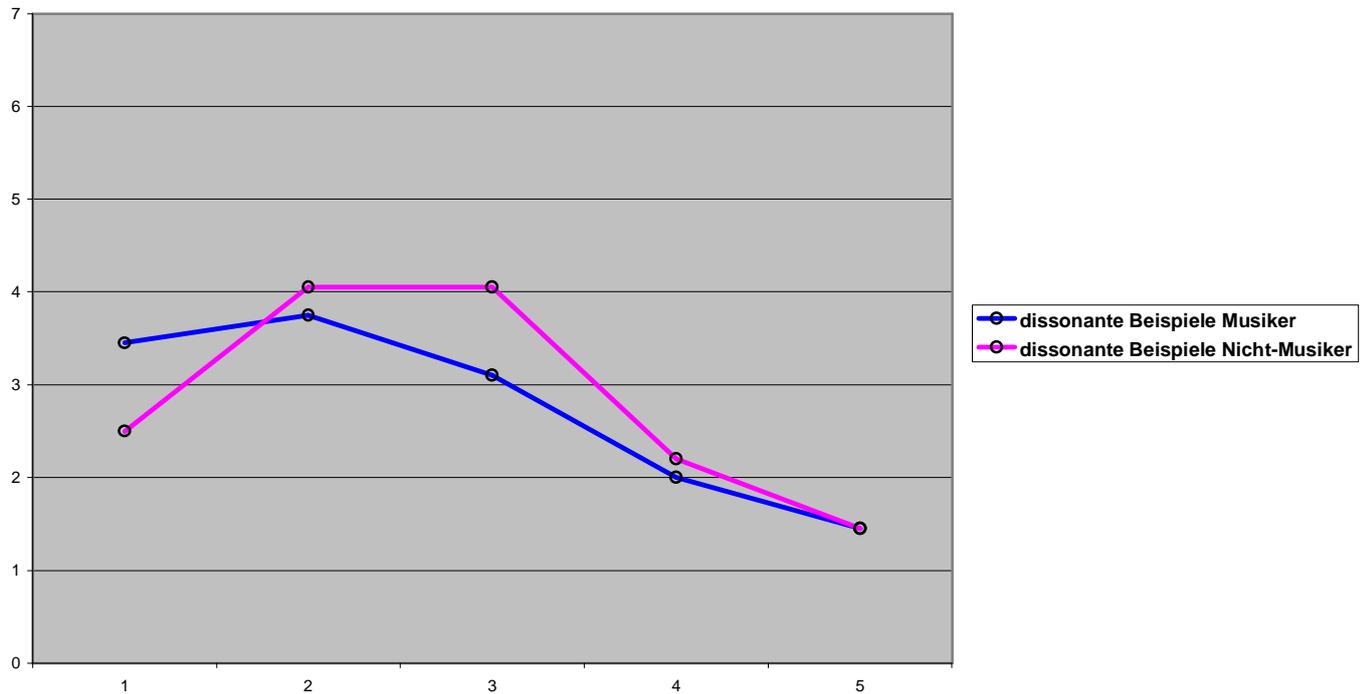


Diagramm 17: Vergleich Nicht-Musiker vs. Musiker bei dissonanten Melodien bei Bsp. 4

7.3.5 Amusische Probanden

Bei der Auswertung aller Studienteilnehmer fielen die Ergebnisse zweier Personen – im folgenden AP1 und AP2 genannt - auf. Der Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten von AP1 und AP2 (70,69%), liegt weit unter denen der Nicht-Musiker und Musiker (Diagramm 18).

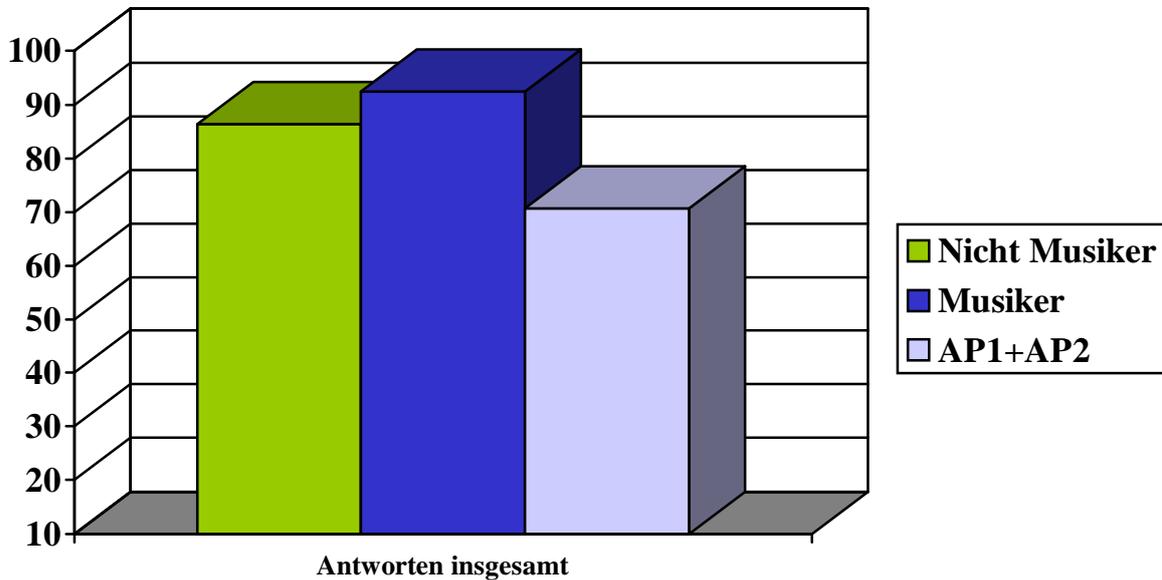


Diagramm 18: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten insgesamt

Es liegt ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte zwischen AP1 und AP2 und den restlichen Teilnehmern insgesamt vor [$t(40)=3,3$ und $8,5$; $P=0,000198$ ($P<0,05$)]. AP1 ist in der Hörfähigkeit zwar nicht beeinträchtigt, hört aber keine Musik im Alltag und besucht auch keine Konzerte. AP1 bezeichnet sich selbst als nicht musikalisch und gab an, aus keiner musikalischen Familie zu kommen. Außerdem hat AP1 kein Instrument erlernt. AP2 leidet ebenfalls nicht an Hörschäden, besucht keine Konzerte, hört aber täglich ca. 1 Stunde Musik, die selbst gewählt wird. AP2 bezeichnet sich selbst als musikalisch und gab an aus einer musikalischen Familie zu kommen. Überdies hat AP2 ein Instrument länger als zwei Jahre erlernt, spielte dieses aber zum Zeitpunkt der Studie nicht regelmäßig.

Besonders gravierend sind die Unterschiede der Antworten zwischen AP1 und AP2 und der beiden Gruppen bei Beispiel 3, wie in Diagramm 19 gut zu erkennen ist. Nur 33,3% richtige Antworten von AP1 und AP2 stehen 94,17% richtiger Antworten der Musiker und 90% richtiger Antworten der Nicht-Musiker gegenüber.

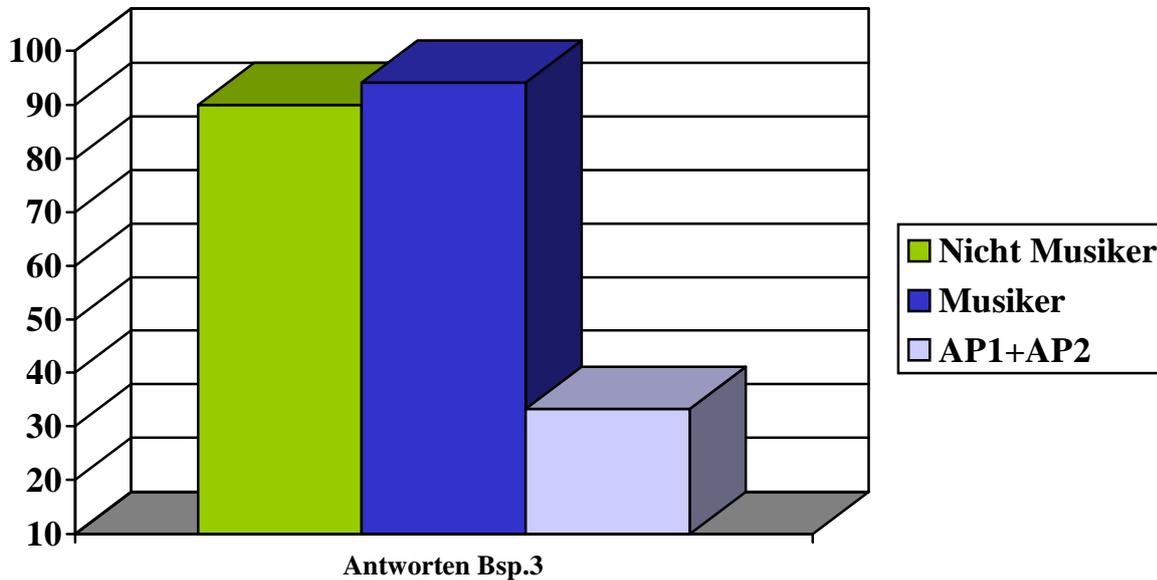


Diagramm 19: Prozentsatz der richtig gegebenen Antworten bei Bsp. 3

7.4 Diskussion der Ergebnisse

Die Musiker haben bei Beispiel 1, 2 und 3 immer besser abgeschnitten als die Nicht-Musiker. Bei Beispiel 4 kann man die Ergebnisse nicht bewerten. Das bessere Abschneiden der Musiker lässt vermuten, dass das Erlernen, aber vor allem die ständige Beschäftigung mit Musik und einem Musikinstrument die Tonhöhenwahrnehmung positiv beeinflusst. Wie in Punkt 5 schon beschrieben, scheint ständige Praxis eine stärkere Antwort der Nervenzellen in der Cochlea hervorzurufen (McKenna *et al.*, 1989; Bakin *et al.*, 1990). Dies könnte die Ergebnisse meiner Studie erklären. Auch die atonalen Melodien von Beispiel 2 haben die Musiker zwar eher irritiert, aber dennoch besser abschneiden lassen als die Nicht-Musiker.

Beeinträchtigungen der Hörfähigkeit haben die Ergebnisse weder bei den Musikern, noch bei den Nicht-Musikern beeinflusst. Bei den angegebenen Hörstörungen handelte es sich um leichte Hörschwächen, Einschränkungen beim Wahrnehmen hoher Frequenzen und Tinnitus. Schädigungen, die vermutlich



Amusie hervorrufen können, wurden nicht angegeben. Es lagen nach eigenen Angaben bei keinem der Teilnehmer Hirnverletzungen vor, wie z.B. Beschädigungen am auditorischen Kortex, Planum temporale oder parahippocampalen Cortex.

Für die Ergebnisse nicht relevant, aber erwähnenswert ist, dass fast alle Probanden vor der Durchführung der Studie große Bedenken bezüglich ihres Abschneidens bei den einzelnen Beispielaufgaben hatten. Vor allem Teilnehmer in der Gruppe der Musiker befürchteten Ergebnisse zu liefern, die ihrem Können vielleicht nicht entsprechen. Diese Bedenken erwiesen sich als unbegründet. Nach der Befragung reagierten die Beteiligten unterschiedlich. Einige gaben den Fragebogen kommentarlos zurück, andere gaben an, dass es sehr anstrengend gewesen sei und die Aufgaben eine hohe Konzentration erfordert. Die meisten Probanden erklärten aber, dass ihnen die Teilnahme an der Studie Spaß gemacht habe. Diese Aussagen wurden bei der Ergebnisauswertung nicht berücksichtigt.

7.4.1 Diskussion Beispiel 1

Bei Beispiel 1 ist der Unterschied zwischen Musikern (97,67% richtige Antworten) und den Nicht-Musikern (92% richtige Antworten) nicht sehr groß. Es fällt auf, dass der Gruppe der Nicht-Musiker bei 92% richtiger Antworten ein etwas kleinerer Prozentsatz (89,33%) der Melodien bekannt war. Dies lässt sich vielleicht darauf zurückführen, dass Melodien, wenn sie unbekannt waren, im ganzen doch logisch klangen, bzw. ein falscher Ton sehr auffällig war und aufgrund dessen die richtige Antwort gegeben wurde.

Die Ergebnisse, die bei Beispiel 1 ausgewertet wurden, zeigen bei beiden Gruppen den höchsten Prozentsatz der drei Beispiele. Die meisten Teilnehmer gaben im Anschluss an die Studie an, dass diese Aufgabe ihnen am leichtesten fiel. Die Tonabfolge von - möglicherweise seit der Kindheit - bekannten Melodien scheint sich der Mensch durch mehrmaliges Hören so gut einzuprägen, dass falsche Töne stark auffallen. Die Reaktionsbereitschaft von Hirnzellen scheint bei



bekannten Melodien besonders ausgeprägt zu sein (siehe Punkt 5). Bei den wenigen falschen Antworten der Nicht-Musiker fiel allerdings auf, dass die Töne, die die Melodie kurz in Moll ertönen ließen, eher eine falsche Antwort zur Folge hatten als tonal oder atonal falsche Töne. Man könnte die Vermutung anstellen, dass Nicht-Musiker mehr Schwierigkeiten bei der Unterscheidung zwischen Dur und Moll haben könnten als Musiker. Aber es bedarf wohl noch weiterer Untersuchungen, um herauszufinden inwiefern die Fähigkeit Dur und Moll zu separieren, zwischen Musikern und Nicht-Musikern differiert.

Auffällig niedrig war der Prozentsatz der richtigen Antworten der Nicht-Musiker bei der Melodie „Pomp and Circumstance“. Nur 65% der Nicht-Musiker war diese Melodie bekannt, der Musikergruppe war diese Melodie zu 100% bekannt. Es ist schwierig zu beurteilen, warum ausgerechnet diese Melodie so eklatante Unterschiede zur Folge hat. Eventuell ist diese Melodie eher in Musikerkreisen bekannt. Es ist aber auch möglich, dass die computererzeugte Klavierstimme die Gruppe der Nicht-Musiker beeinflusst hat, da „Pomp and Circumstance“ normalerweise mit großem Orchester zu hören ist. Wie verunsichert diese Gruppe war, wird auch dadurch deutlich, dass alle Antwortmöglichkeiten vorhanden waren (Diagramm 5). 25% der Nicht-Musiker gaben die falsche Antwort, obwohl ihnen das Stück bekannt war. Dies ist insofern erwähnenswert, da die Melodie richtig gespielt wurde, also im Ganzen logisch klang und harmonisch war. Nur 20% gaben die richtige Antwort, obwohl ihnen das Stück bekannt war. Um die genauen Gründe für diese Ergebnisse zu definieren, bedürfte es weiterer Befragungen.

7.4.2 Diskussion Beispiel 2

Um Beispiel 2 richtig zu beantworten, war in erster Linie das Gedächtnis relevant. Sowohl die Musiker als auch die Nicht-Musiker empfanden Beispiel 2 als am schwersten, da auch eine hohe Konzentration vonnöten war. So sind wohl auch die vergleichsweise niedrigen Prozentsätze der richtigen Antworten zu er-



klären. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist bei diesem Beispiel erheblich größer als bei Beispiel 1. Die Musiker haben sowohl bei den tonalen als auch bei den atonalen Beispielen besser reagiert als die Nicht-Musiker. Dieses Ergebnis ist bemerkenswert, wenn man bedenkt, dass die westliche Musik eher auf einem tonalen System aufgebaut ist und Musiker folglich auf jenes eher „trainiert“ sind. Es scheint also nicht nur das Gedächtnis bei Tonhöhenenerinnerung relevant zu sein, sondern auch das musikalische Training. Dies bestätigt auch der Unterschied in den Ergebnissen zwischen den tonalen und atonalen Melodien der Musiker. Er ist nicht so groß wie der der Nicht-Musiker (Diagramm 7). Atonale Melodien sind folglich für Nicht-Musiker schwer zu verarbeiten. Mit Amusie kann dies sicherlich nicht erklärt werden, sondern eher damit, dass atonale Melodien ungewohnt für unsere Kultur sind und bei mangelnder Beziehung zwischen den einzelnen Tönen schwächer im Gedächtnis zu behalten sind als „logische“ tonale Melodien.

Warum die atonale Melodie 8 allerdings von beiden Gruppen schlechtere Resultate hervorbrachte als die atonale Melodie 7, kann sicher nicht auf die oben angeführten Vermutungen zurückzuführen sein. Sowohl Musiker als auch Nicht-Musiker, zeigen bei Melodie 8 – für eine tonale Melodie – unterdurchschnittliche Ergebnisse. Möglicherweise ist dies mit nachlassender Konzentration zu erklären. Nicht messbar, aber doch beobachtbar, war bei der Durchführung der Studie die zunehmende Unsicherheit der Teilnehmer bei Beispiel 2. Diese spiegelt sich eventuell im Ergebnis von Melodie 8 wider.

7.4.3 Diskussion Beispiel 3

Auch bei Beispiel 3 ist der Abstand zwischen Musikern und Nicht-Musikern größer als bei Beispiel 1, jedoch geringer als bei Beispiel 2, was eventuell darauf zurückzuführen ist, dass in Beispiel 3 wiederum bekannte Melodien präsentiert wurden. Der Unterschied zu Beispiel 1 bestand darin, dass die Melodien unterbrochen und nach einer Pause von zwei Sekunden entweder der richtige



oder der falsche Ton zu hören war. Dies schien die Teilnehmer insgesamt mehr zu irritieren als – wie in Beispiel 1 – einen falschen Ton aus einer komplett gespielten Melodie zu identifizieren. Berücksichtigen sollte man für das gesamte Beispiel 3, dass mit drei Antwortmöglichkeiten die Chance geringer war, die richtige Antwort zu geben als bei Beispiel 1 und Beispiel 2.

Die beiden falschen Töne, die neben dem richtigen Ton in Beispiel 3 zu hören waren, passten entweder zu der entsprechenden Harmonie der Melodien oder waren harmoniefremde Töne. Es ist überraschend, dass die Musiker einen größeren Prozentsatz der falsch gegebenen Antworten bei den harmoniefremden Tönen hatten als bei den falschen Tönen, die der Harmonie der Melodie zugehörig waren (Diagramm 10). Die harmoniefremden Töne sind die vermeintlich auffallenderen Töne in einer (bekannten) Melodie, deshalb sind die Verhältnisse der falschen Antworten in diesem Falle frappant.

Ein augenscheinlich unterdurchschnittlicher Prozentsatz wurde bei Melodie 3 (Für Elise) erzielt. Diese Melodie hatte zwischen dem letzten Ton und dem zu erkennenden Ton das größte Intervall in diesem Beispiel (große Sexte). Dieses vergleichsweise große Intervall hat sowohl Musiker als auch Nicht-Musiker irritiert (Diagramm 11). Es ist zu vermuten, dass bei der Durchführung dieses Beispiels die Teilnehmer in der zweisekündigen Unterbrechung der Melodie sich den Folgeton innerlich vorstellten. Je weiter die Töne auseinander liegen, desto schwieriger könnte die Vorstellung sein.

Auch bei Melodie 3 empfanden die Musiker eher den harmoniefremden Ton B als richtig als den vermeintlich passenderen Ton C. Bei den Nicht-Musikern war es wiederum umgekehrt (Diagramm 12). Beispiel 3 ist sicherlich zu wenig aussagekräftig, um dieses überraschende Ergebnis zu untermauern – weitere Untersuchungen wären vonnöten. Erwähnenswert ist, dass viele Probanden bei Melodie 3 oft fragten, ob denn überhaupt ein Ton richtig sei. Die einzelnen Töne blieben eventuell nicht im Gedächtnis, so dass am Ende von Melodie 3 womöglich willkürlich ein Kreuz gesetzt wurde.



7.4.4 Diskussion Beispiel 4

Bei Beispiel 4 haben die beiden Gruppen die konsonanten und die dissonanten Melodien ähnlich bewertet. Dissonante Melodien werden von Musikern ähnlich unangenehm bewertet wie von Nicht-Musikern und konsonante Melodien entsprechend angenehm. Der Mensch scheint also eine biologische Präferenz für Konsonanten zu haben (siehe Punkt 5.1), das Gehirn scheint harmonische Musik zu bevorzugen (siehe Punkt 3). Dies gilt für den Durchschnitt. Nach dem Hören der Melodien von Beispiel 4 gaben einige Musiker an, dass sie die dissonanten Versionen zwar schon als solche wahrnehmen, aber als angenehm, bzw. interessant empfinden. Dies berichteten vor allem Musiker – aber auch einige Nicht-Musiker, die sich viel mit Musik beschäftigen und auch oft Konzerte besuchen, in denen Neue Musik vorgestellt wird. Dissonanzen können also als angenehm empfunden werden, wenn man sie oftmals präsentiert bekommt. Es kommt quasi zu einer Gewöhnung an diese Musik. Der Mensch ist in der Lage, auf mehrdeutige akustische – aber auch optische – Reize zu reagieren, indem er den Zusammenhang des Reizes und seiner Quelle berücksichtigt. Dies beeinflusst auch die Wahrnehmung von Musik (Schwartz *et al.*, 2003).

Trotzdem werden Dissonanzen als solche wahrgenommen. Menschen, die von Amusie betroffen sind, sind teilweise aufgrund von Schädigungen z.B. am auditorischen Kortex oder parahippocampalen Gyrus nicht in der Lage, Dissonanten von Konsonanten zu unterscheiden (siehe Punkt 6). Dieser Aspekt ist nicht mit den Aussagen der Probanden zu verwechseln. Die Aussagen spiegeln sich allerdings nicht im Ergebnis wider.

Eine weitere erwähnenswerte, aber nicht ergebnisrelevante Bemerkung wurde von zwei Musikern angeführt. Sie sagten aus, dass sie die Melodien aufgrund der künstlich generierten Präsentation insgesamt als eher unangenehm empfanden. Sie bewerteten folglich nicht nur die Töne, sondern auch die (fehlende) Interpretation.

In Beispiel 4 wurden fünf Melodien je einmal dissonant und einmal konsonant vorgespielt. Der Vergleich zwischen den jeweiligen zwei Versionen ergab bei beiden Gruppen kein auffälliges Ergebnis. Bei ansonsten ähnlichen Bewertungen



Amusie im Alltag

gen, zeigen Diagramm 16 und 17 bei der konsonanten und der dissonanten Melodie 3 bei den Musikern eine etwas unangenehmere Wertung als bei den Nicht-Musikern. Diese beiden Melodien sind nicht identisch, aufgrund der randomisierten Präsentation im Verlauf der Studie; dass beide Melodie 3 heißen, ist Zufall. Die konsonante Melodie 3 ist in der Studie Melodie 6, die dissonante Melodie 3 ist in der Studie Melodie 5.

Abbildung 11 zeigt die konsonante Melodie 3. Es ist eine vergleichsweise einfache Melodie. Eventuell ist das ein Grund für die schlechtere Wertung, vielleicht ist diese Melodie für den Geschmack der Musiker zu einfach aufgebaut.



Abbildung 11

Schwieriger sind die Ergebnisse bei der dissonanten Melodie 3 zu deuten. Diese Melodie wurde nicht durchgehend dissonant präsentiert. Der dritte Takt ist in reinem f-moll gehalten (Abbildung 12). Vielleicht war dieser Aspekt ein Anreiz für die Nicht-Musiker, diese Melodie als angenehmer zu bewerten als die Musiker. Diese Vermutungen über die Beurteilung der konsonanten und dissonanten Melodie 3 sind allerdings rein spekulativ.



Abbildung 12

Es fällt in Diagramm 17 auf, dass beide Gruppen die dissonante Melodie 2 als relativ angenehm bewertet haben. Bei dieser Melodie wurden die Dissonanzen in die tiefe Basslage gelegt. Möglicherweise werden Dissonanzen bei niedrigen Frequenzen nicht als solche wahrgenommen. Außerdem wurden die letzten beiden dissonanten Melodien als am unangenehmsten bewertet. Es handelt sich hierbei um Melodie 7 und Melodie 10. Bei beiden Melodien wurde bei gleichbleibender Begleitung die Melodie um einen Halbton versetzt, um so möglichst viele Dissonanzen zu erzeugen (siehe auch Abbildung 10, unteres System). Aus diesem Grund wurden diese beiden Melodien womöglich als eher unangenehm valutiert. Allerdings sollten hier Aussagen von mehreren Probanden beider Gruppen berücksichtigt werden, die vor allem Melodie 10 betreffen. Viele Teilnehmer berichteten, dass sie während der Durchführung von Beispiel 4 bis Melodie 9 noch kein Kreuz bei der unangenehmsten Möglichkeit gesetzt hätten, und um dies doch noch zu tun, wurde beim letzten dissonanten Beispiel ‚1‘ angekreuzt. Dies könnte auch das Ergebnis dieser Melodie beeinflusst haben.



7.4.5 Diskussion Amusische Probanden

Zwei der 40 Studienteilnehmer zeigten eine auffällig hohe Fehlerzahl bei der Durchführung dieser Studie. Insgesamt entsprechen 2 Teilnehmer einem Prozentsatz von 5%, was der Vermutung von Kalmus und Fry, (1980), dass 4% der Gesamtbevölkerung von Amusie betroffen seien, sehr nahe kommt. Ob die zwei Probanden dieser Studie wirklich von Amusie betroffen sind, ist zumindest bei AP2 schwer zu beurteilen, da diese Person den Fragebogen kommentarlos beantwortete. AP1 erklärte während der Ausführung der Studie, dass er (der amusische Proband) die Kreuze willkürlich setzte, da er keinen Unterschied zwischen den einzelnen Melodien höre, was auf eine (zumindest sensorische) Amusie hindeutet. AP1 beschäftigt sich wenig mit Musik und geht auch zu keinen Konzerten. Bei AP2 ist das Gegenteil der Fall, er bezeichnet sich außerdem selbst als musikalisch. Wie schon Grant-Allen (1878) und Geshwind (1984) beschrieben, können von Amusie betroffene Personen durchaus in der Lage sein, ein Musikinstrument zu erlernen. Um genau sagen zu können, dass AP2 amusisch ist, sind sicherlich noch weitere Untersuchungen angebracht. Die Beurteilung bei AP1 ist, aufgrund der Bemerkungen während der Befragung, einfacher.

Besonders auffallend waren die Ergebnisse von AP1 und AP2 bei Beispiel 3 (Diagramm 19). Bei diesem Beispiel war es erforderlich, nach einer Unterbrechung den genauen Folgeton einer bekannten Melodie zu bestimmen. Mit dieser Aufgabe hatten AP1 und AP2 scheinbar große Schwierigkeiten. Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass bei diesem Beispiel mit drei Antwortmöglichkeiten die Wahrscheinlichkeit falsch zu liegen höher lag als bei Beispiel 1 und Beispiel 2, wo es nur zwei Antwortmöglichkeiten gab. Eventuell waren bei diesen Beispielen die Schwierigkeiten ähnlich groß. Jedoch sind auch amusische Menschen durchaus in der Lage, bekannte Melodien (wieder-) zu erkennen (Ayotte *et al.*, 2002).



8. Resumée

Die Ergebnisse der Studie „Erkennen Sie die Melodie“ haben bestätigt, dass das Erlernen und Praktizieren von Musik die Wahrnehmungsfähigkeit von unterschiedlichen Tonhöhen positiv beeinflusst. Das gilt in einem größeren Maße bei unbekanntem Melodien, die von den Musikern anscheinend besser wahrgenommen und verarbeitet werden können. Lediglich zwei Personen fielen durch unterdurchschnittliche Ergebnisse auf, was darauf hindeutet, dass Musikwahrnehmung größtenteils zu den angeborenen Fähigkeiten des Menschen zählt und jeder Mensch in einem gewissen Sinne musikalisch ist. Schon als Säugling ist man in der Lage, Musik wahrzunehmen und teilweise sogar besser verarbeiten zu können als Erwachsene dies können (siehe Punkt 4.1). Die Teilnehmer waren größtenteils in der Lage, melodische und harmonische Verhältnisse zu begreifen.

Die hier durchgeführte Studie untersuchte ausschließlich sensorische Amusie, die motorischen musikalischen Fähigkeiten wurden nicht analysiert. Entscheidend war in diesem Fall die Tonhöhenwahrnehmung, jedoch kann Amusie auch durch fehlendes Rhythmusgefühl und durch mangelnde Tonerinnerung bedingt sein. Die Ursachen, die Amusie haben kann, sind zahlreich, bedenkt man den komplizierten Aufbau des menschlichen Gehirns und die vielen Faktoren, die beim Hören eines Tones ineinandergreifen. Doch selbst verminderte Hörfähigkeit scheint die Perzeption von Musik nicht zu beeinflussen. Aber nicht nur das Gehirn ist für die Wahrnehmung relevant, sondern auch die Kultur in der wir aufwachsen und die Erfahrungen, die wir mit Musik machen.



Literaturverzeichnis

- Aitkin, L.: *The Auditory Cortex: Structural and Functional Bases of Auditory Perception*, New York 1990
- Ayotte, J.; Peretz, I.; Hyde, K.: *Congenital amusia: a group study of adults afflicted with a music-specific disorder*, *Brain* 2002; 125: 238-251
- Bakin, J.S.; Weinberger, N.M.: *Classical conditioning induces CS-specific receptive field plasticity in the auditory cortex of the guinea pig*, *Brain Research* 1990, 536
- Bendor, D.; Wang, X.: *The neuronal representation of pitch in primate auditory cortex*, *Nature*, 2005, 436, 1161-1165
- Bernfeld, S.: *Zur Psychologie der Unmusikalischen*, *Arch. für die ges. Psychologie* 34, 1915
- Biebel, U.W.; Langner, G.: *Evidence for "pitch neurons" in the auditory midbrain of chinchillas*, In: Syka, J. (Ed.), *Acoustic Signal Processing in the Central Auditory System*, Plenum Press, New York, 1997, 263-269
- Boschart, J.; Tentrup, I.: *Der Klang der Sinne*, *Geo* 2003,11, 55 ff.
- Botz M.I., Wertheim N.: *Brain* 1959, 82: 186-202
- Braun, M.: *Auditory midbrain laminar structure appears adapted to f0 extraction: further evidence and implications of the double critical bandwidth*, *Hear. Res.*, 1999, 129, 71-82
- Cooper, R.P.; Aslin, R.N.: *The language environment of the young infant: implications for early perceptual development*, *Canadian Journal of Psychology* 1989, 43, 247-265
- Dalla Bella, S., Peretz, I., Rousseau, L., Gosselin, N., Ayotte, J. & Lavoie, A.: *Development of the Happy-Sad Distinction in Music Appreciation: Does Tempo Emerge Earlier Than Mode?*, In: R. Zatorre & I. Peretz (Eds.) *The Biological Foundations of Music*. New York: The New York Academy of Sciences, 2001, 436-438
- Dallos, P.: *The active cochlea*, *J Neurosci* 1992; 12, 4575-4585
- DeCasper, A.J.; Fifer, W.P.: *Of human bonding: newborns prefer their mothers' voices*, *Science* 1980, 208, 1174-1176



- Dissanayake, E.: *Kunst als menschliche Universalie. Eine adaptionsistische Betrachtung*, in: Peter M. Hejl (Hrsg.): *Universalien und Konstruktivismus*, Suhrkamp, Frankfurt/M., 2001, 206-234
- Dolan, R.; Gonzalo, D.; Shallice, T.: *Ortical Modulatory Reponses in Crossmodal Associative Learning*, University college, London 1998
- Döllken, Z.: *Z. Neur.*, 1935, 153: 573
- Dowling, W.J.; Harwood, D.L.: *Music cognition*, Academic Pr., Orlando Fl., 1986
- Drayna, D.; Manichaikul, A.; de Lange, M.; Snieder, H.; Spector, T.: *Genetic correlates of musical pitch recognition in humans*, *Science* 2001; 291, 1969-1972
- Engel, D. v.: *Blockaden im Instrumentalspiel am Beispiel des Violoncellos*, Wuppertal 2002, 26-29
- Evers, S.; Ellger, T.; Ringelstein, E.B.; Knecht, S.: *Is hemispheric language dominance relevant in musical hallucinations?*, *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2002; 252: 299-302
- Feuchtwanger, E.: *Amusie. Studien zur pathologischen Psychologie der akustischen Wahrnehmung*, Berlin 1930
- Foerster, H.: *Ein Fall von motorischer Amusie*, *Neurologische Zentralbl.*, 35, 1916
- Frederiks, J.A.M.: *Handbook of clinical neurology*, Bd. 45, Amsterdam 1985
- Feitag-Lange, E.: *Musikwahrnehmung*, Referat im Rahmen des Seminars "Allgemeine Psychologie I", Universität Regensburg, 5.12.2003
- Geshwind, N.: *The brain of a learning-disabled individual*, *Ann Dyslexia* 1984; 34: 319-327
- Griffiths, T.D.: *Functional imaging of pitch processing*, in: Plack C.J.; Oxenham, A.J. (Hrsg.): *Pitch perception*, New York 2004
- Granier-Deferre, C.; Lecanuet, J.-P.; Jacquet, A.-Y.; Busnel, M.-C.: *Prenatal discrimination of complex auditory stimulations*, Poster presentation at the 8th Meeting of the International Conference on Infant Studies, Miami 1992
- Grant-Allen: *Note-deafness*, *Mind* 1878; 10: 157-167
- Gregory, R.L. (Hrsg.): *The Oxford Companion to the Mind*, Oxford University Press 1987



- Hannon, E.; Trehub, E.: *Metrical Categories in Infancy and Adulthood*, Psychological Science, 2005, 16, 1: 48-55
- Helmholtz, H. von: *On the sensations of tone as a physiological bases for the theory of music*, New York 1954
- Haike, A.: *Sensorische Amusie mit Störung der Klangfarbenperzeption*, Monatsschrift für Ohrenheilkunde, 48, 1914, 249
- Jossmann, P.: *Monatsschr Psychiatr, Neurol* 1927,63: 239-274
- Kalmus, H.; Fry, D.B.: *On tune deafness (dysmelodia): frequency, development, genetics and musical background*, Ann Hum Genet 1980; 43: 369-382
- Kazez, D.: *The myth of tone deafness*, Music Ed.J., 71, 46-47
- Kreutz, G.: *Wie Kinder Musik empfinden, erleben und lieben lernen*, http://www.familienhandbuch.de/cmain/f_Fachbeitrag/a_Erziehungsbereich_e/s_569.html, 2002
- Kölsch, S.: *Der Mensch braucht Musik*, Interview in Mondialogo, 2005, 1, 4-5
- Kries, J.v.: *Wer ist musikalisch?*, Berlin 1926
- Krumhansl, C. L. & Juszyk, P. W.: *Infants' perception of phrase structure in music*, Psychological Science1, 1990, 70-73
- Lecanuet, J.-P.: Prenatal auditory experience; in: Deliege, I. (Hrsg.): *Musical beginnings: origins and development of musical competence*, Oxford University Press 1996, 3-34
- Loritzm D.: *How the Brain evolved Language*, Oxford University Press 1999
- Mackensen, J.: *Singen als Grundlage der Leistungsbeurteilung im Musikunterricht*, www.bebis.cidsnet.de/weiterbildung/sps/musik/allgemein/lie/leistung.html, 08/2001
- McKenna, T.M.; Weinberger, N.M.; Diamond, D.M.: *Responses of single auditory cortical neurons to tone sequences*, Brain Research 1989, 481, 142–153
- Miller, G.A.: *The magical number seven, plus or minus two. Some limits on our capacity for processing information*, in: Psychological Review, 1956, 63, 81-97
- onmeda.de, eine Marke der OnVista Group: *Das Innenohr*, Alles über Medizin und Gesundheit im Internet, 27.5.2005 – OnVista Media GmbH © 2005



- Pantev, C.; Hoke, M.; Lutkenhoner, B.; Lehnertz, K.: *Tonotopic organization of the auditory cortex: Pitch versus frequency representation*, Science 1989, 246(4929), 486–488
- Pantev, C.; Hoke, M.; Lutkenhoner, B.; Lehnertz, K.: *Neuromagnetic evidence of functional organization of the auditory cortex in humans*, Acta Otolaryngology Suppl. 1991, 491, 106–115
- Papoušek, H.: *Musicality in infancy research: biological and cultural origins of early musicality*; in: Deliege, I. (Hrsg.): *Musical beginnings: origins and development of musical competence*, Oxford University Press 1996, 37-55
- Parncutt, R.: *Pränatale Erfahrung und die Ursprünge von Musik*, In: L. Janus & S. Haibach (Hg.) *Seelisches Erleben vor und während der Geburt*. Neu-Isenburg: LinguaMed, 1997, 225-240
- Patterson, R.D.; Uppenkamp, S.; Johnsrude, I.S.; Griffiths, T.D.: *The processing of temporal pitch and melody information in auditory cortex*, Neuron 2002, 36, 767-776
- Peretz, I.; Blood, A.J.; Penhune, V.; Zatorre, R.: *Cortical deafness to dissonance*, Brain 2001, 124, 928-940
- Peretz, I.; Ayotte, J.; Zatorre, R.J.; Mehler, J.; Ahad, P.; Penhune, V.B.; et al.: *Congenital Amusia: a disorder of fine-grained pitch discrimination*, Neuron 2002,; 33: 185-191
- Perry, D.W.; Zatorre R.J.; Petrides, M. et al.: *Neuroreport* 1999, 10: 3979-3984
- Phillips-Silver, J.; Trehub, L.: *Feeling the Beat: Movement Influences Infant Rhythm Perception*, Science 2005 308: 1430
- Pötzl, O.: *Verh. Ges. deutscher Neurologen und Psychiater*, 4. Jahrevorlesung 1938
- Révész, G.: *Inleiding tot de muziekpsychologie*, Amsterdam 1944
- Révész, G.: *Einführung in die Musikpsychologie*, München 1972
- Riecker et al.: *Opposite hemispheric lateralization effects during speaking and singing at motor cortex, insula and cerebellum*, Cognitive Neuroscience, NeuroReport 2000, Vol.2 No 9: 1997-2000
- Schneider, B.A.; Trehub, S.E.; Bull, D.: *High-frequency sensitivity in infants*, Science 1980, 207, 1003-1004



Amusie im Alltag

- Schwartz D.A.; Howe, C.Q.; Purves, D.: *The Statistical Structure of Human Speech Sounds Predicts Musical Universals*, J. Neurosci., Aug 2003; 23: 7160 - 7168
- Shuter-Dyson, R; Gabriel, C.: *The Psychology of Musical Ability*, London 1981
- Sinnott, J.M.; Pisoni, D.B.; Aslin, R.M.: *A comparison of pure tone auditory thresholds in human infants and adults*, Infant Behavior and Development 1983, 6, 3-17
- Thorpe, L.A.: *Infants categorize rising and falling pitch*, Paper presented at the 5th International Conference on Infant Studies, Los Angeles 1986
- Tramo, M.J.; Shah, G.D.; Braida L.D.: *Functional Role of Auditory Cortex in Frequency Processing and Pitch Perception*, J Neurophysiol, Jan 2002; 87: 122 - 139
- Trehub, S.E.; Schneider, B.A.; Endman, M.: *Developmental changes in infants' sensitivity to octave-band noises*, Journal of Experimental Child Psychology 1980, 29, 283-293
- Trehub, S.E.: *The perception of musical patterns by human infants: the provision of similar patterns by their parents*, Comparative perception, Vol.1, "Basic mechanisms" (ed. M.A. Berkley and W.C. Stebbins) 429-459, Wiley, New York 1990
- Trehub, S.E., Schellenberg, G.; Hill, D.: *The origins of music perception and cognition: A developmental perspective*, In: I. Deliege & J. Sloboda (Eds.) Perception and Cognition of Music. Hove, UK: Psychology Press, 1997
- Trehub, S.E.: *Human processing predispositions and musical universals*, in: Nils L. Wallin u.a. (Hrsg.): The origins of music. Consists of papers given at a workshop on the "The origins of music" held in Fiesole, Italy, May 1997, MIT Pr., Cambridge, Ma.
- Trussell, O.L.: *Transmission at the hair cell synapse*, Nature Neuroscience, 2002, 5, 85 - 86
- Urbantschitsch, V.: *Zur Wort- und Melodietaubheit*, Wiener Klinische Wochenschrift, 40, 1927, 22
- Weinberger, N.M.: *Wie Musik im Gehirn spielt*, Spektrum der Wissenschaft 2005, 3, 30-37



Amusie im Alltag

Wellek, A.: *Zur Vererbung der Musikbegabung und ihrer Typen*, Bericht über den 16. Kongress der DGfPs in Bayreuth 1938, 133-139

Wellek, A.: *Musikpsychologie und Musikästhetik*, Frankfurt 1963, 113-118

Zentner, M.; Kagan, J.: *Infants' perception of consonance and dissonance in music*, *Infant Behav Dec* 1998; 21: 483-492

Lebenslauf

Name: Vera Göhring

Geburtsdatum: 13. 10. 1979

Geburtsort: Hofheim/Ts.

Eltern: Dr. Rainer Göhring, Unternehmensberater
Brita Göhring (geb. Kirchner), Musiklehrerin

Schule: 1986 - 1990 Grundschule (Heiligenstockschule Hofheim)
1990 - 1996 Mittelstufe (Elisabethenschule Hofheim, private Realschule)
1996 - 1999 Gymnasium (Main – Taunus – Schule Hofheim)

Schulabschluss: Abitur

Studium: ab Wintersemester 1999/2000 VWL an der Goethe Universität in Frankfurt/M.

ab Sommersemester 2002 Musikpädagogik, Musikwissenschaften und Psychologie an der Goethe Universität und Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Frankfurt/M.
(Instrumente: Klavier (Hauptfach), Gesang+Sprechen, Schlagzeug)

Praktika: 21. August bis 22. September 2000 bei Deutsche Bank AG, Corporate Center Controlling, dabei u.a. systemseitige Unterstützung der Rechnungslegung nach IAS und HGB

27. August bis 2. Oktober 2001 bei euroShell Deutschland GmbH in Hamburg, Credit Controlling, Forderungsmanagement der juristischen Abteilung

1. bis 31. August bei 3sat Musikredaktion, dabei Arbeiten an der Programmvorschau im Internet

15. September bis 8. Oktober beim ZDF Musikservice,
dabei Einarbeitung in Arbeitsabläufe, Ordnungsmittel und
Dokumentationssysteme

Tätigkeiten als Werksstudentin: November 2000 bis Juli 2004 bei Deutsche Bank AG, da-
bei Verschlüsselung von Daten und Wording von HGB
und US GAAP für SAP, Arbeiten am Intranet für den
weltweiten Zugriff von Konten

Seit Januar 2005 beim ZDF Musikservice, dabei Auswahl
und Schneiden von Musik für Beiträge, Filme und Trailer

Fremdsprachen: Englisch, Französisch
Auslandsaufenthalte in USA, England und Frankreich

EDV: MS-Office Paket, SAP, Front Page, Sibelius, Sadie5

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere, dass die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, durch Angabe der Quellen kenntlich gemacht wurden.

Hofheim am Taunus, den 7. Dezember 2005